Comptes Rendus (Doklady) de l'Académie des Sciences de l'URSS
1937. Volume XIV, № 6

MATHÉMATIQUES

SUR LES FORMULES DE QUADRATURE DE COTES ET TCHEBYCHEFF

Par SERGE BERNSTEIN, de l'Académie

On sait que dans la formule de quadrature de Tchebycheff:

$$\int_0^1 f(x)\,dx = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} f(x_i), \tag{1}$$

les points x_i sont déterminés par la condition que la formule (1) soit exacte pour tous les polynômes de degré non supérieur a n; en pratique on l'applique habituellement pour $n = 9$. J'ai montré autrefois (1) que la formule de Tchebycheff est certainement inapplicable pour n très grand, la condition imposée ne pouvant alors être satisfaite si l'on exige que les points x_i restent sur le segment 01. R. O. Kuzmin (2) a complété recemment ce résultat préliminaire en déterminant la distribution asymptotique des grandeurs x_i dans le plan complexe pour $n \to \infty$. Ainsi, la condition de Tchebycheff est trop restrictive, et il est nécessaire d'abaisser considérablement le degré M_n des polynômes pour lesquels la formule (1) doit être exacte; le problème de la détermination des n inconnues x_i par $M_n < n$ équations correspondantes devient alors indéterminé, et il importe de déterminer la valeur maximum de M_n pour laquelle on peut encore prendre tous les x_i sur le segment 01.

Un problème analogue peut être posé au sujet de la formule:

$$\int_0^1 f(x)\,dx = \sum_{i=0}^{n} C_i f\left(\frac{i}{n}\right), \tag{2}$$

dans le cas d'abscisses équidistantes, si l'on exige que $C_i \geqslant 0$, car on sait que pour n très grand les coefficients correspondants de Cotes, complètement déterminés par la condition que la formule (2) soit exacte pour tous les polynômes de degré n, ont des signes différents.

Ainsi, en désignant par N_n le degré maximum du polynôme pour lequel la formule (2) à coefficients donnés $C_i \geqslant 0$ est exacte, nous allons montrer que

$$M_n < 4\sqrt{n}, \qquad N_n < 4\sqrt{n}; \tag{3}$$

en d'autres termes, pour aucun choix des abscisses réelles x_i, dans la formule (1), et, pour aucun choix des coefficients $C_i \geqslant 0$, dans la formule

(2), ces formules ne peuvent être applicables à tous les polynômes de degré $p \geqslant 4\sqrt{n}$.

Rappelons d'abord la formule de quadrature de Gauss:

$$\int_0^1 f(x)\,dx = \sum_{i=1}^{n} \rho_m^{(i)} f(\gamma_i), \tag{4}$$

où $\gamma_1 < \gamma_2 < \ldots < \gamma_m$ sont les racines du polynôme $P_m(x)$ de Legendre de degré m, formule qui s'applique à tous les polynômes de degré $2m-1$.

On a alors le

Théorème I. *Si la formule*

$$\int_0^1 f(x)\,dx = \sum_{i=1}^{n} p_i f(y_i) \qquad (n > m), \tag{5}$$

où $p_i > 0$ et les valeurs y_i sont réelles, est exacte pour tous les polynômes de degré $2m-1$, il y a au moins une valeur $y_i < \gamma_1$.

En effet, les formules (4) et (5) étant applicables au polynôme

$$R_{2m-1}(x) = \frac{P_m^2(x)}{\left(1 - \frac{x}{\gamma_1}\right) P_m(0)},$$

on a:

$$\sum_{i=1}^{n} p_i R_{2m-1}(y_i) = 0; \tag{6}$$

or, $R_{2m-1}(x) > 0$ pour $x < \gamma_1$, et $R_{2m-1}(x) \leqslant 0$ pour $x \geqslant \gamma_1$; donc, tous les termes de la somme (6) ne pouvant être nuls (à cause de $n > m$), il existe au moins une valeur $y_i < \gamma_1$.

On démontre de même le

Théorème II. *Si la formule*

$$\int_0^1 f(x)\,dx = p_0 f(0) + \sum_{i=1}^{n} p_i f(y_i), \tag{5bis}$$

où $p_i > 0$, $y_i \leqslant 1$ $(i = 1, 2, \ldots, n)$, est applicable à tous les polynômes de degré $2m-1$, il existe au moins une valeur y_i dans l'intervalle $(0 < y_i < \beta_1)$, où β_1 est la plus petite racine de $P'_m(x) = 0$.

On sait, en effet, que $\beta_1 < \beta_2 < \ldots < \beta_{m-1}$ étant les racines de la dérivée $P'_m(x)$ du polynôme $P_m(x)$ de Legendre, la formule de quadrature:

$$\int_0^1 f(x)\,dx = \pi_0 f(0) + \sum_{i=1}^{m-1} \pi_i f(\beta_i) + \pi_m f(1), \tag{7}$$

s'applique à tous les polynômes de degré $2m-1$. Par conséquent, en appliquant les formules (5 bis) et (7) au polynôme

$$F_{2m-1}(x) = \frac{P'^2_m(x)\,x\,(1-x)}{x - \beta_1}$$

nous aurons:

$$\sum_{i=1}^{n} p_i F_{2m-1}(y_i) = 0,$$

d'où nous pouvons conclure comme précédemment qu'il y a au moins une valeur y_i dans l'intervalle $(0 > y_i < \beta_1)$.

Du théorème II nous tirons immédiatement le

Corollaire I. *Si la formule* (2), *où* $C_i \geqslant 0$, *est exacte pour tous les polynômes de degré* $2m-1$, *on a:*

$$\frac{1}{n} < \beta_1^{(m)}, \tag{8}$$

où $\beta_1^{(m)}$ *est la plus petite racine de* $P'_m(x)$.

On a d'autre part:

$$(-1)^m P_m(x) = 1 - m(m+1)x + \ldots + \frac{(m+k)\ldots(m-k+1)}{(k!)^2}(-x)^k + \\ + \ldots + \frac{2m!}{(m!)^2}(-x)^m, \tag{9}$$

$$\frac{(-1)^{m-1}P'_m(x)}{m(m+1)} = 1 - \frac{(m+2)(m-1)}{2}x + \ldots + \\ + \frac{(m+k+1)\ldots(m+2)(m-1)\ldots(m-k)}{k!(k+1)!}(-x)^k + \ldots; \tag{10}$$

ainsi, en substituant $x = \dfrac{4}{(m-1)(m+3)}$ dans (10), on vérifie facilement que

$$\beta_1^{(m)} < \frac{4}{(m-1)(m+3)}.$$

Donc, d'après (8), nous aurons:

$$\frac{1}{n} < \frac{4}{(m-1)(m+3)}.$$

Par conséquent, si $N_n = 2m-1$ est impair, on a:

$$\frac{1}{n} < \frac{16}{(N_n-1)(N_n+7)}; \tag{11}$$

et si N_n est pair, on a:

$$\frac{1}{n} < \frac{16}{(N_n-2)(N_n+6)}, \tag{11 bis}$$

d'où résulte la seconde des inégalités (3).

Observons que dans le cas des coefficients de Cotes N_n est toujours impair, puisqu'on a $N_n = n+1$, lorsque n est pair. Donc, pour n pair, nous tirons de (11)

$$\frac{1}{n} < \frac{16}{n(n+8)},$$

d'où $n < 8$; ainsi, pour n pair, les coefficients de Cotes ne peuvent être tous de même signe à partir de $n \geqslant 8$. De même, pour n impair, l'inégalité (11) donne:

$$(n-1)(n+7) < 16n, \text{ ou } n^2 - 10n - 7 < 0,$$

d'où $n < 11$; donc, quel que soit $n \geqslant 10$, les coefficients de Cotes sont de signes différents.

Pour obtenir la première des inégalités (3) nous démontrerons encore le

Théorème III. *Si la formule* (1) *est exacte pour tous les polynômes de degré* $2m-2$, *on a:*

$$\frac{1}{n} S(\gamma_1) \leqslant \rho_m^{(1)}, \tag{12}$$

où γ_1 *est la plus petite racine du polynôme* $P_m^*(x)$ *de Legendre,* $\rho_m^{(1)}$ *— le coefficient correspondant dans la formule* (4) *et* $S(x)$ *représente le nombre des valeurs* $x_i \leqslant x$.

En effet, en appliquant les formules (1) et (4) au polynôme:

$$F_{2m-2}(x) = \frac{P_m^2(x)}{(x-\gamma_1)^2 P_m'^2(\gamma_1)},$$

nous aurons:

$$\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} F_{2m-2}(x_i) = \rho_m^{(1)}, \tag{13}$$

d'où résulte (12), puisqu'on a $F_{2m-2}(x) \geqslant 0$, quel que soit x, et $F_{2m-2}(x) \geqslant 1$ pour $x \leqslant \gamma_1$, car $F'_{2m-2}(x)$ n'a pas de racine inférieure à γ_1.

Des théorèmes I et III nous tirons le

Corollaire II. *Si la formule* (1) *est exacte pour tous les polynômes de degré* $2m-1$, *on a*:

$$\frac{1}{n} \leqslant \rho_m^{(1)}. \tag{14}$$

En appliquant des inégalités concernant les polynômes de Legendre et leurs dérivées que j'ai établies ailleurs [3], on trouve que

$$\rho_m^{(1)} < \frac{\pi}{m}\sqrt{\gamma_1(1-\gamma_1)}; \tag{15}$$

d'autre part, en substituant $x = \frac{3}{2m(m+1)}$ dans (9), on vérifie que

$$\gamma_1 < \frac{3}{2m(m+1)};$$

donc

$$\rho_m^{(1)} < \frac{\pi}{m}\sqrt{\frac{3\left(m^2+m-\frac{3}{2}\right)}{2(m^2+m)^2}} < \frac{\pi\sqrt{6}}{m(2m+1)}. \tag{16}$$

Ainsi, il résulte de (14) pour M_n impair

$$\frac{1}{n} < \frac{2\pi\sqrt{6}}{(M_n+1)(M_n+2)} < \frac{15.4}{(M_n+1)(M_n+2)}, \tag{17}$$

et pour M_n pair

$$\frac{1}{n} < \frac{2\pi\sqrt{6}}{M_n(M_n+1)} < \frac{15.4}{M_n(M_n+1)}; \tag{17 bis}$$

donc, la première des inégalités (3) est vraie dans tous les cas.

En particulier, la condition de Tchebycheff exige que $M_n = n$ pour n impair, et $M_n = n+1$ pour n pair. Donc, dans ce dernier cas (n pair), on a:

$$\frac{1}{n} < \frac{15.4}{(n+2)(n+3)},$$

d'où $n < 10$. Pour n impair, on a:

$$\frac{1}{n} < \frac{25.4}{(n+1)(n+2)},$$

donc $n < 13$. Ainsi, la formule de Tchebycheff est inapplicable pour $n > 11$. D'ailleurs en utilisant (14) au lieu de (17) et en calculant (à 0.0001 près) $\rho_6^{(1)} < 0.0857 < \frac{1}{11}$, on voit que la formule de Tchebycheff n'est déjà plus applicable pour $n = 11$. Observons encore qu'en vertu de la même inégalité (14), puisque $\rho_5^{(1)} < 0.1185 < \frac{1}{8}$, on obtient de nouveau ce résultat connu que pour $n = 8$ la formule de Tchebycheff conduit à des valeurs complexes de x_i.

Manuscrit reçu
le 16. I. 1937.

LITTÉRATURE CITÉE

[1] S. N. Bernstein, Bull. Acad. Sci. URSS (1932). [2] R. O. Kuzmin, C. R., **201**, 1094; **202**, 272. [3] S. N. Bernstein, Journ. de Mathém., X, 219—286.

Comptes Rendus (Doklady) de l'Académie des Sciences de l'URSS
1937. Volume XIV, № 6

MATHÉMATIQUES

SUR LE MODE DE CONVERGENCE DANS L'INTERPOLATION DE LAGRANGE

Par ERVIN FELDHEIM

(Présenté par S. N. Bernstein, de l'Académie, le 11. I. 1937)

La théorie des séries d'interpolation dans le domaine réel a été l'objet, dans ces dernières années, de nombreuses recherches très importantes. Il s'agissait en premier lieu d'étudier la suite des polynômes d'interpolation

$$X_1(x),\ X_2(x),\ \ldots,\ X_n(x),\ \ldots \qquad (1$$

correspondant dans l'intervalle $a \leqslant x \leqslant b$ à une fonction continue $f(x)$, et formés par un procédé proscrit, au point de vue de la convergence vers cette fonction, lorsque le nombre des points d'interpolation augmente indéfiniment. Le plus simple de ces procédés consiste à adjoindre à la fonction $f(x)$ un polynôme de degré $n-1$ qui coïncide en n points d'abscisses différentes (dits points fondamentaux):

$$x_1^{(n)},\ x_2^{(n)},\ \ldots,\ x_n^{(n)}, \qquad (2)$$

de l'intervalle $(a,\ b)$ avec la fonction $f(x)$:

$$X_n(x_k^{(n)}) = f(x_k^{(n)}) \qquad (k = 1,\ 2,\ \ldots,\ n).$$

La base de cette théorie est un résultat fondamental de M. G. Faber, d'après lequel il est possible de trouver une fonction continue dans $(a,\ b)$ pour laquelle la suite de polynômes (1) ne sera pas uniformément convergente, quelles que soient les abscisses d'interpolation (2).

Si ce procédé ne peut conduire à l'approximation des fonctions continues conforme au théorème de Weierstrass, il y a d'autres problèmes où il pourra être appliqué avec succès. Un tel problème est par exemple celui de la quadrature mécanique: le résultat obtenu par l'intégration du n-me polynôme d'approximation de $f(x)$ s'approchera, pour n croissant, arbitrairement près de la valeur de l'intégrale $\int_a^b f(x)\,dx$, si les abscisses d'interpolation sont choisies d'une façon convenable.

Ce problème peut être généralisé en ce sens qu'on étudiera, au point de vue de la convergence, l'intégrale d'une puissance quelconque de

l'écart entre la fonction et son n-me polynôme d'approximation. Nous exposerons dans la suite les principaux résultats que nous avons obtenus sur ce sujet, dans deux cas particuliers d'abscisses d'interpolation trigonométriques.

1. Notations. Le polynôme d'interpolation de Lagrange

$$L_n(x) = L_n(f) = f(x_1)\,l_1(x) + f(x_2)\,l_2(x) + \ldots + f(x_n)\,l_n(x)$$

fait correspondre à la fonction $f(x)$ un polynôme de degré $\leqslant n-1$ qui prend, pour $x = x_k$, la valeur $f(x_k)$. Les fonctions $l_k(x)$ (appelées fonctions fondamentales), sont donc des polynômes de degré $n-1$ définis par les n conditions:

$$l_k(x_i) = \begin{cases} 0, & si \quad i \neq k \\ 1, & si \quad i = k \end{cases} \qquad (i = 1,\ 2,\ \ldots,\ n).$$

Si nous désignons par $\omega_n(x)$ le polynôme de degré n dont les n zéros sont les points, $x_1,\ x_2,\ \ldots\ x_n$:

$$\omega_n(x) = C \prod_{i=1}^{n} (x - x_i) \qquad (C = \text{const. différente de zéro}),$$

nous aurons:

$$l_k(x) = \frac{\omega_n(x)}{\omega_n'(x_k)\,(x - x_k)} \qquad (k = 1,\ 2,\ \ldots,\ n). \tag{3}$$

Nous considérerons dans la suite deux systèmes d'abscisses d'interpolation:

a) système T, zéros du polynôme

$$T_n(x) = \cos(n \arccos x),$$

donnés explicitement par $x_k = \cos \dfrac{(2k-1)\pi}{2n} \qquad (k = 1,\ 2,\ \ldots,\ n)$;

b) système U, zéros du polynôme

$$U_n(x) = \frac{\sin \overline{n+1} \arccos x}{\sin \arccos x},$$

donnés par

$$x_k = \cos \frac{k\pi}{n+1} \qquad (k = 1,\ 2,\ \ldots,\ n), \tag{4}$$

et nous montrerons que les résultats obtenus pour ces deux systèmes de points en apparence très peu différents sont, au point de vue de la convergence, tout à fait contraires. Ces deux systèmes de points étant situés dans l'intervalle $(-1,\ +1)$, nous considérons la fonction $f(x)$ comme continue dans cet intervalle.

Introduisons l'écart

$$E_n(x) = L_n(x) - f(x)$$

et soit

$$I_n^{(p)} = \int_{-1}^{+1} [L_n(x) - f(x)]^p\,dx = \int_{-1}^{+1} E_n^p(x)\,dx. \tag{5}$$

Rappelons que la suite $E_1(x),\ E_2(x),\ \ldots,\ E_n(x),\ \ldots$ ne converge pas vers zéro dans le cas des deux systèmes de points d'interpolation T et U.

2. Étude de (5) sur le système T.

Pour $p = 1$ et $p = 2$ la question est résolue par les travaux de MM. Fejér, Erdös et Turán. Ils ont montré que

$$\lim_{n\to\infty} \int_{-1}^{+1} E_n(x)\,dx = 0 \quad \text{(convergence de quadrature)},$$

et

$$\lim_{n\to\infty} \int_{-1}^{+1} E_n^2(x)\,dx = 0 \quad \text{(convergence en moyenne)}.$$

Il résulte de la seconde relation que l'on a aussi:

$$\lim_{n\to\infty} \int_{-1}^{+1} |E_n(x)|\,dx = 0.$$

Nous avons considéré en premier lieu l'intégrale $I_n^{(4)}$. Il est facile à vérifier qu'une condition suffisante (mais non nécessaire) pour la forte convergence en moyenne

$$\lim_{n\to\infty} I_n^{(4)} = \lim_{n\to\infty} \int_{-1}^{+1} [L_n(f) - f(x)]^4\,dx = 0.$$

est que la somme

$$A_4(u) = \sum_{p=1}^{n}\sum_{q=1}^{n}\sum_{r=1}^{n}\sum_{s=1}^{n} \left| \int_{-1}^{+1} l_p(x)\,l_q(x)\,l_r(x)\,l_s(x)\,dx \right|$$

soit bornée pour $n \to \infty$.

La non-nécessité de cette condition est mise en évidence par le fait que, dans le cas du système T, la somme $A_4(n)$ augmente indéfiniment, et la forte convergence en moyenne est tout de même vérifiée. Nous avons le théorème suivant:

Théorème I. On a:

$$\lim_{n\to\infty} I_n^{(2r)} = \lim_{n\to\infty} \int_{-1}^{+1} [L_n(x) - f(x)]^{2r}\,dx = 0$$

pour toute fonction continue dans l'intervalle $(-1, +1)$ et pour le système T. On en déduit aussi que

$$\lim_{n\to\infty} \int_{-1}^{+1} |L_n(x) - f(x)|^p\,dx = 0,$$

si p est un nombre (indépendant de n) supérieur ou égal à l'unité. L'élément le plus important de la démonstration de ce théorème est le

Théorème II. Pour les abscisses du système T, les fonctions fondamentales $l_k(x)$ vérifient l'orthogonalité d'ordre pair quelconque

$$\int_{-1}^{+1} l_{i_1}(x)\,l_{i_2}(x)\,\ldots\,l_{i_{2r}}(x)\,dx = 0,$$

$i_1, i_2, \ldots, i_{2r}$ étant $2r$ indices différents choisis parmi les n premiers entiers.

3. Étude de (5) sur le système U.

Tandis que le résultat de M. Fejér:

$$\lim_{n\to\infty} I_n^{(1)} = \lim_{n\to\infty} \int_{-1}^{+1} [L_n(x) - f(x)]\, dx = 0,$$

est valable pour ce cas aussi, nous avons pu démontrer que la puissance 2 conduit déjà à divergence:

Théorème III. Il existe une fonction continue $f(x)$ telle que

$$\limsup_{n\to\infty} \int_{-1}^{+1} [L_n(x) - f(x)]^2\, dx = +\infty,$$

si les abscisses d'interpolation appartiennent au système U.

Ce théorème résulte d'une façon relativement simple de la construction connue de Lebesgue, en tenant compte du

Lemme. Si les $l_k(x)$ sont les fonctions fondamentales données par (3) dans le cas des points (4), on a l'identité

$$\sum_{k=1}^{n} (-1)^{k+1}\, l_k(x) \equiv U_{n-1}(x),$$

d'où

$$\sum_{i=1}^{n}\sum_{k=1}^{n} (-1)^{i+k} \int_{-1}^{+1} l_i(x)\, l_k(x)\, dx = \int_{-1}^{+1} U_{n-1}^2(x)\, dx = 2\sum_{r=0}^{n-1} \frac{1}{2r+1} > \log\frac{2n}{3}.$$

Remarquons que l'on a, au contraire,

$$\lim_{n\to\infty} \int_{-1}^{+1} [L_n(x) - f(x)]^2 \sqrt{1-x^2}\, dx = 0,$$

et on en déduit que, dans tout intervalle intérieur I

$$-1+\varepsilon \leqslant x \leqslant 1-\varepsilon,$$

on a:

$$\lim_{n\to\infty} \int_{I} [L_n(x) - f(x)]^2\, dx = 0$$

aussi petit que soit le nombre ε.

Pour la puissance 4, la convergence n'aura pas lieu, même si l'on intègre par rapport au poids $\sqrt{1-x^2}$: il est possible de trouver une fonction continue $g(x)$ telle que

$$\limsup_{n\to\infty} \int_{-1}^{+1} [L_n(x) - g(x)]^4 \sqrt{1-x^2} = +\infty.$$

Pour les puissances plus élevées on a de même le

Théorème IV. Si les points fondamentaux de l'interpolation sont donnés par (4), il est toujours possible de trouver une fonction continue $f(x)$ dans l'intervalle $(-1, +1)$ de sorte que

$$\limsup_{n\to\infty} \int_{-1}^{+1} [L_n(x) - f(x)]^{2r}\, dx = +\infty$$

quel que soit l'entier positif r (indépendant de n).

4. Donnons encore, pour terminer, l'énoncé d'un théorème général sur la forte convergence en moyenne dans l'interpolation de Lagrange.

Théorème V. La forte convergence en moyenne

$$\lim_{n\to\infty} \int_{-1}^{+1} [L_n(x) - f(x)]^4\, dx = 0$$

sera vérifiée pour toute fonction continue $f(x)$ dans l'intervalle $(-1, +1)$, si les points fondamentaux de l'interpolation sont les n zéros d'un polynôme $\omega_n(x)$ orthogonal par rapport au poids $p(x) \geqslant M > 0$ dans cet intervalle, pourvu que les deux conditions:

a) $\sum_{k=1}^{n} l_k^2(x) < C_1$ (constante indépendante de n),

b) $\omega_n^3(x) = \sum_{k=n-3}^{3n} \alpha_k^{(n)} \omega_k(x)$ (où les $\alpha_k^{(n)}$ sont des constantes indépendantes de x) soient vérifiées. La condition b) (suffisante pour l'orthogonalité d'ordre 4 des fonctions fondamentales) n'est pas nécessaire. On peut la remplacer par exemple par

$$\left| \sum_{1}^{n} \sum\sum\sum_{p\neq q\neq r\neq s} \varepsilon_p \varepsilon_q \varepsilon_r \varepsilon_s \int_{-1}^{+1} l_p(x)\, l_q(x)\, l_r(x)\, l_s(x)\, dx \right| < C_2 \text{ (constante)}$$

pour $n \to \infty$, et pour $\varepsilon_p = \pm 1$ indifféremment pour tous les indices p.

Les démonstrations détaillées de ces résultats seront publiées ailleurs.

Paris

Manuscrit reçu
le 11. I. 1937.

Comptes Rendus (Doklady) de l'Académie des Sciences de l'URSS
1937. Volume XIV, № 6

MÉCANIQUE RATIONNELLE

SUR LES OSCILLATIONS DE ROTATION D'UNE SPHÈRE REMPLIE D'UN LIQUIDE VISQUEUX (1)

Par N. A. SLIOSKIN

(Présenté par S. A. Čapligin de l'Académie, le 26. XII. 1936)

Supposons qu'une sphère remplie d'un liquide visqueux, tourne autour de son axe sous l'action d'un couple dont le moment est

$$N(t,\ \varphi,\ \Omega) = C + A\cos mt - \alpha\varphi - \beta\Omega, \tag{1}$$

où A, C, α, β sont des constantes positives, m est la fréquence de la force perturbatrice, φ — l'angle de rotation et Ω — la vitesse angulaire de la sphère. Si l'on néglige les termes d'inertie, le problème de la détermination du mouvement de la sphère même se ramène à l'intégration des deux équations suivantes:

$$\rho^4 \frac{\partial\omega}{dt} = \nu \frac{\partial}{\partial\rho}\left(\rho \frac{4\partial\omega}{\partial\rho}\right), \tag{2}$$

$$I\frac{d\Omega}{dt} = N(t,\ \varphi,\ \Omega) - \frac{8}{3}\pi\mu a^4\left(\frac{\partial\omega}{\partial\rho}\right)_{\rho=a}, \tag{3}$$

où l'on suppose d'ailleurs que

$$\rho = a,\ \omega = \Omega(t) \text{ sur la frontière,} \tag{4}$$

$$\omega = 0 \text{ pour } t = 0. \tag{5}$$

Il est bien connu que, si la sphère considérée tourne avec une vitesse angulaire constante et égale à l'unité et si les conditions initiales sont nulles, la solution du problème de rotation peut être exprimée sous la forme:

$$\omega_1(\rho,\ t) = 1 + \frac{2\sqrt{a}}{\rho^{3/2}} \sum_{k=1}^{\infty} \frac{J_{3/2}(\rho\lambda_k)}{\lambda_k J'_{3/2}(\alpha\lambda_k)} e^{-\nu\lambda_k^2 t}, \tag{6}$$

où la sommation se fait par rapport aux racines positives de l'équation

$$J_{3/2}(a\lambda_k) = 0.$$

En appliquant la méthode de M. Riemann (2) on peut obtenir pour ω l'expression suivante:

$$\omega(\rho,\ t) = \Omega_0 \omega_1(\rho,\ t) + \int_0^t \Omega'(x)\,\omega_1(\rho,\ t-x)\,dx. \tag{7}$$

Il est aisé de vérifier que dans (1) on peut remplacer φ u Ω par les expressions suivantes:

$$\left.\begin{aligned} \varphi &= \varphi_0 + \Omega_0 t + \int_0^t \Omega'(x)\,(t-x)\,dx, \\ \Omega &= \Omega_0 + \int_0^t \Omega'(x)\,dx. \end{aligned}\right\} \tag{8}$$

Pour déterminer l'accélération angulaire de la sphère nous obtenons, en tenant compte de (1), (8), (3), (6) et (7), une équation intégrale de Volterra:

$$\Omega'(t) = f(t) - \int_0^t \Omega'(x)\,K(t-x)\,dx, \tag{9}$$

où

$$f(t) = \frac{1}{I}\left[C - \alpha\varphi_0 - \beta\Omega_0 - \alpha\Omega_0 t + A\cos mt - \frac{16}{3}\pi\mu a^3\Omega_0 \sum_{k=1}^{\infty} e^{-\nu\lambda_k^2 t}\right], \tag{10}$$

$$K(t-x) = \frac{1}{I}\left[\beta + \alpha(t-x) + \frac{16}{3}\pi\mu a^3 \sum_{k=1}^{\infty} e^{-\nu\lambda_k^2 (t-x)}\right]. \tag{11}$$

L'équation (9) appartient au type des équations intégrales qui peuvent être résolues au moyen de trois quadratures à l'aide de la transformation de Laplace (3). En posant

$$F(s) = \int_0^\infty e^{-st} f(t)\,dt = \frac{1}{I}\left[\frac{C - \alpha\varphi_0 - \beta\Omega_0}{s} - \frac{\alpha\Omega_0}{s^2} + \right.$$

$$\left. + \frac{As}{s^2 + m^2} - \frac{16}{3}\pi\mu a^3\Omega_0 \sum_{k=1}^{\infty} \frac{1}{s + \nu\lambda_k^2}\right], \tag{12}$$

$$L(s) = \int_0^\infty e^{-s\tau} K(\tau)\,d\tau = \frac{1}{I}\left[\frac{\beta}{s} + \frac{\alpha}{s^2} + \frac{16}{3}\pi\mu a^3 \sum_{k=1}^{\infty} \frac{1}{s + \nu\lambda_k^2}\right], \tag{13}$$

en multipliant l'équation (9) par $e^{-st}dt$ et en intégrant entre 0 et ∞, nous obtenons:

$$\int_0^\infty e^{-st}\,\Omega'(t)\,dt = \frac{F(s)}{1 + L(s)}.$$

En faisant l'inversion de la transformation de Laplace pour $\Omega'(t)$ nous obtiendrons:

$$\Omega'(t) = \frac{1}{2\pi i} \int_{\sigma-i\infty}^{\sigma+i\infty} e^{ts} \frac{F(s)}{1+L(s)} ds. \tag{14}$$

Les pôles de la fonction $\frac{F(s)}{1+L(s)}$ sont $s = \pm im$, et les racines de l'équation:

$$I + \frac{\beta}{s} + \frac{\alpha}{s^2} + \frac{16}{3}\pi\mu a^3 \sum_{k=1}^{\infty} \frac{1}{s+\nu\lambda_k^2} = 0. \tag{15}$$

Il est aisé de voir que les racines réelles de l'équation (15) et les parties réelles des racines complexes sont négatives. Si la sommation est faite jusqu'à un certain terme d'indice l, il est aisé de vérifier que la fonction rationelle qu'on obtient ne peut avoir plus de deux racines complexes.

Considérons le développement:

$$\frac{J'_{3/2}(x)}{xJ_{3/2}(x)} = \frac{3}{2}\frac{1}{x^2} + 2\sum_{m=1}^{\infty} \frac{1}{x^2 - x_m^2},$$

où $J_{3/2}(x_m) = 0$, et posons:

$$x^2 = -\frac{a^2 s}{\nu}, \quad x_m = a\lambda_m,$$

alors

$$\sum_{k=1}^{\infty} \frac{1}{s+\nu\lambda_k^2} = \frac{a^2}{2\nu}\left(\frac{3}{2}\frac{1}{x^2} - \frac{J'_{3/2}(x)}{xJ_{3/2}(x)}\right).$$

L'équation (15) se transforme en équation:

$$J_{3/2}(x)[I\nu^2 x^4 - \beta\nu a^2 x^2 + 4\pi\mu\nu a^5 x^2 + \alpha a^4] - \frac{8}{3}\pi\mu\nu a^5 x^3 J_{3/2}(x) = 0. \tag{16}$$

En appliquant le théorème de Weierstrass sur l'approximation des fonctions et le théorème de Roucher sur les racines d'une fonction non majorante à l'intérieur d'un contour, on peut montrer que l'équation (16) ne peut admettre plus de quatre racines complexes. On peut représenter la fonction $\frac{F(s)}{1+L(s)}$ sous la forme d'un rapport entre deux fonctions entières $\frac{F_1(x)}{F_2(x)}$. Admettons que $\frac{F_1(x)}{F_2(x)}$ soit développable en fractions simples:

$$\frac{F_1(x)}{F_2(x)} = 2\sum_{k=1}^{\infty} \frac{F_1(x_k)}{F'_2(x_k)} \frac{x_k}{x^2 - x_k^2}.$$

On peut obtenir pour l'accélération angulaire l'expression

$$\Omega'(t) = -\frac{16}{3}\pi\mu\nu^3 a^3 \sum_{k=1}^{\infty} e^{-\nu\left(\frac{x_k}{a}\right)^2 t} \times$$

$$\times \frac{x_k^4\left[I\nu\Omega_0 x_k^2 + \alpha\varphi_0 a^2 - Ca^4 - \frac{A\nu^2 a^2 x_k^4}{\nu^2 x^4 + m^2 a^4}\right]}{\left[I\nu^2 x_k^4 - \beta\nu a^2 x_k^4 + 4\pi\mu\nu a^5 x_k^4 + \alpha a^4\right]^2 + \frac{16}{3}\pi\mu\nu a^5 x_k^2\left[I\nu^2 x_k^4 - 3\pi\mu\nu a^5 x_k^2 - \alpha a^4 + \frac{4}{3}\pi\mu\nu a^5 x_k^4\right]} +$$

$$+ \text{partie réelle}\left[Ae^{mit}\frac{I}{I - \frac{\beta i}{m} - \frac{\alpha}{m^2} + \frac{16}{3}\pi\mu a^3\sum_{k=1}^{\infty}\frac{1}{im + \nu\lambda_k^2}}\right], \quad (17)$$

où x_k est une racine de l'équation (15) et λ_k est une racine de l'équation

$$J_{3/2}(a\lambda_k) = 0.$$

Institut de Mécanique.
Université de Moscou.

Manuscrit reçu
le 26. XII. 1936.

LITTÉRATURE CITÉE

[1] C. R., **203**, 508—511. [2] Н. Е. Жуковский, т. II. вып. I, p. 126. [3] Fock, Math. ZS., **21**, 201 (1924).

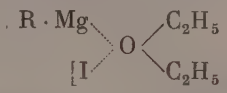
Comptes Rendus (Doklady) de l'Académie des Sciences de l'URSS
1937. Volume XIV, № 6

CHEMISTRY

THE STRUCTURE OF MAGNESIUM-ORGANIC COMPLEXES

By V. V. ČELINCEV, Corresponding Member of the Academy

The structure of magnesium-organic ether-containing complexes, which have become of paramount importance in organic synthesis thanks to the works of V. Grignard, was previously outlined by the writer, on the ground of the theory of oxonium forms, shown by the following scheme:

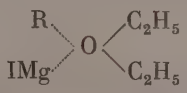


(A)

The writer furthermore determined the heat of formation of this complex after he had succeeded in obtaining individual magnesium-organic compounds and, by treating them with absolute ether in a calorimeter, to convert them into etherates:

$$C_2H_5MgI + (C_2H_5)_2O \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots 6.6 \text{ Cal.}$$

Grignard, however, while recognizing on the whole the oxonium type of the complexes obtained, suggested a different modification for them, viz.:



(B)

We shall not dwell upon the work of Schlenck dealing with the fact that MgR_2 compounds are obtained in the process, since such compounds are not obtained untill after a prolonged heating of the etherates.

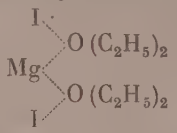
A direct solution of the question as to which of these two formulas (A) or (B) reflects more faithfully the conditions prevaling in reality, was a very difficult one. As, however, the higher valencies of oxygen are of a basic nature and give $(C_2H_5)_2O.HCl$ and $(C_2H_5)_2O.Br_2$ salts, it seemed to us that the formula suggested by us was a more promising one. In other words, in the case of one and the same central metallic magnesium atome, the acid iodine would, in our opinion, combine more readily with the higher oxonium valencies than would the positive R.

Now, after working with MgI_2 complexes and ROMgI alcoholates, we have acquired a further assurance of the validity of our formula and should like to set forth the reasons for adopting formula (A).

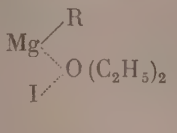
Reason I. A complete analogy must undoubtedly exist between the complexes of R. MgI and those of MgI_2, since the former contain half

the amount of iodine contained in the latter, and since the laws of its conversion into oxonium forms must be the same as in MgI.

With two molecules of ether, magnesium iodide forms a complex whose composition is the same as that of the complex formed by RMgI with one molecule of ether; by analogy between these compounds, these complexes must be expressed by the following formulas:



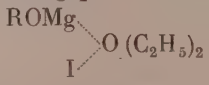
Heat of formation $Q = 14.2$ Cal.



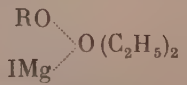
Heat of formation $Q = 5.1$ Cal.

It is obvious that, if ether did not become incorporated between the Mg and I of RMgI, it would not either combine with MgI_2. As shown by experiment, however, MgI_2 yields a complex of an analogous type. There is absolutely no reason to interpret these two cases in a different manner.

Reason II. The complex molecule of ether remains in the magnesium-organic compound even after the latter has been converted into an alcoholate, which obeys Formula (A) in all particulars, without any change in the correlation of atoms, while an attempted explanation according to Formula (B) gives rise to great difficulties and is at variance with what takes place in the case of MgI_2:



(A)



(B)

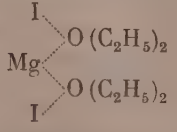
Formula (B) shows no analogy with the $MgI_2.2(C_2H_5)_2O$ complex, while this analogy is clearly brought out by Formula (A).

The heat of formation of the $ROMgI.(C_2H_5)_2O$ approaches that of the $RMgI.(C_2H_5)_2O$ complex, viz.:

$ROMgI + (C_2H_5)_2O$ . . . . . 5.1 Cal.
$RMgI + (C_2H_5)_2O$. . . . . 6.6 Cal.

Reason III. Aparat from any comparison of RMgI and MgI_2, how is the origin of the $MgI_2 .2(C_2H_5)_2O$ complex to be accounted for?

Following the theory of oxonium forms and comparing this complex with the $HCl>O(R)_2$ and the $Br>O(R)_2$ complexes, we come to the conclusion that only one formula can be assigned to it, i. e. the formula suggested above:



This formula is based on the assumption that, in the formation of the complex, the ether takes up an intermediary position between Mg and I; $Mg(OH)_2$, on the other hand, does not form such a complex with ether.

In passing from the ether complexes to alcohol ones, we again encounter a full analogy between MgI and ROMgI.

The alcohol complexes of MgI_2 are expressed by formulas:

$$MgI_2 \cdot 6ROH, \quad MgI_2 \cdot 4ROH, \quad MgI_2 \cdot 2ROH.$$

By analogy, the alcohol complexes of ROMgI are expressed by the following formulas:

$$\begin{array}{ccc} RO & RO & RO \\ | & | & | \\ MgI \cdot 3ROH, & MgI \cdot 2ROH, & MgI \cdot 1ROH. \end{array}$$

From a comparison of these complexes it may be seen that ROMgI, which contains only half of the iodine contained in MgI_2, annexes only half the number of molecules of alcohol as compared with MgI_2. This shows that, like the ether molecules, the alcohol molecules do not become incorporated between RO and Mg; should it be otherwise, the analogy mentioned above would not exist.

ROMgI complexes with three molecules of alcohols are formed, as shown by our investigations, in all the typical fatty alcohols and in the primary and secondary aromatic alcohols. The heat of formation of these complexes is as follows:

$ROMgI \cdot IC_2H_5OH$ — 12.8 Cal, $ROMgI \cdot IIC_2H_5OH$ — 9.2 Cal,
$ROMgI \cdot IIIC_2H_5OH$ — 7.7 Cal, in all $ROMgI \cdot 3C_2H_5OH$ — 29.7 Cal.

ROMgI complexes with two alcohol molecules are obtained, e. g., in terpene alcohols and in B-naphthol. The heat of formation of these complexes is as follows (e. g. for borneol):

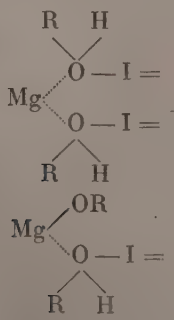
$ROMgI \cdot IC_{10}H_{17}OH$ — 7.8 Cal, $ROMgI \cdot IIC_{10}H_{17}OH$ — 4.3 Cal,
in all $ROMgI \cdot 2C_{10}H_{17}OH$ — 12.1 Cal.

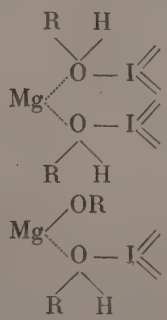
Complexes of ROMgI with one molecule only of hydroxyl compounds are obtained in O-cresol, in tribromophenol:

$ROMgI \cdot C_6H_4(CH_3)OH$ — 4.7 Cal, in all $ROMgI \cdot 1C_6H_4(CH_3)OH$ —
— 4.7 Cal.

Finally, some of the hydroxyl compounds do not give any ROMgI complexes at all; such are, e. g., tertiary aromatic alcohols with three aromatic radicals, a typical one being $(C_2H_5)_3C.OH$.

For MgI_2 complexes with four or six molecules of alcohols, and also for ROMgI complexes with two or three molecules of alcohols, the writer suggests the following formulas for the transition of iodine into a 3- or 5-atomic state, as in iodine-ozo- and iodine-compounds:





The complete analogy of both ether and alcohol complexes in RMgI and ROMgI with similar complexes of MgI_2 proves, in the writer's opinion, that Formula (A) of organic magnesium compounds with the ether molecule between Mg and I is nearer the truth than Formula (B).

Received
31. XII. 1936

Comptes Rendus (Doklady) de l'Académie des Sciences de l'URSS
1937. Volume XIV, № 6

CHEMIE

ÜBER DIE BILDUNG KOHLEHYDRATISCHER SUBSTANZEN BEI DER SELBSTOXYDATION EINIGER KOHLENWASSERSTOFFE

Von N. A. ORLOV und A. TH. SHALYGIN

(Vorgelegt von N. Zelinskij, Mitglied der Akademie, d. 2. I. 1937)

Allgemeine Erwägungen bezüglich der Bildung der Kohlehydrate bei der Verwitterung (langsamer Oxydation) einiger Naturkörper wurden bereits von dem einen von uns in seiner Abhandlung «Über die abiogene Synthese der Kohlehydrate» dargelegt (1).

Der Verlauf dieser eigentümlichen Synthese ist dadurch zu erklären, dass das Formaldehyd, welches als Zwischenprodukt der Verbrennung oder langsamer Oxydation organischer Substanzen entsteht, nach dem bekannten Schema zu Kohlehydraten kondensieren kann.

Diese Erklärung scheint die einzig mögliche zu sein in bezug auf die Bildung von Kohlehydraten aus solchen Körpern wie Oleinsäure, Mineralöl usw. (2). Die intermediäre Formaldehydbildung bei der Oxydation von Kohlenstoffverbindungen bis zu Kohlensäure und Wasser ist mehrmals experimentell nachgewiesen worden und entspricht dem bekannten Boneschen Verbrennungsschema. Es ist ohne weiteres begreiflich, dass die Leichtigkeit der Formaldehydbildung und seine Ausbeute im hohen Grade von der Zusammensetzung des Ausgangsmaterials abhängig sind. So konnte E. Rosentahler (3) bei der Oxydation mit Kaliumpermanganat die Bildung des Formaldehyds nur bei solchen Substanzen nachweisen, die Methoxy-Methylendioxy- oder die Methylamidgruppe enthalten. Es ist ersichtlich, dass im Falle der Kohlenwasserstoffe in erster Linie die unsymmetrisch substituierten Äthylene, d. h. bei denen eine Methylengruppe vorhanden ist, am leichtesten durch Oxydation unter Bildung von Formaldehyd angegriffen werden. Tatsächlich haben Tiffenau (4) und Klages (5) die Bildung des Formaldehyds aus substituierten Styrolen bei längerem Aufbewahren feststellen können. Was das weitere Schicksal des gebildeten Formaldehyds anbetrifft, so kann es gemäss der Versuchsbedingungen verschieden sein. Bei energischer Oxydation verbrennt er zu Kohlendioxyd und Wasser. Zweitens kann es durch allerlei Kondensationsreaktionen mit anderen Oxydationsprodukten zur Bildung hochpolymerer harziger Substanzen führen. Endlich können in schwach alkalischem Medium Polymerisationserscheinungen eintreten und die Bildung kohlehydratischer Produkte hervorrufen, wie es A. M. Butlerov als erster feststellte und was von einer Reihe anderer Forscher bestätigt wurde (6). Ihrerseits können die resultierenden Kohlehydrate weiter

verändert werden (Diacetyl, Furfurol u. d. gl.) bis zur Bildung humoider Substanzen (7).

Eine Aufspeicherung grösserer Mengen Kohlehydraten ist bei dauernder Verwitterung organischer Stoffe also nicht zu erwarten (8). In dieser vorläufigen Bearbeitung des Themas beabsichtigten die Verfasser die obenangeführten Vermutungen experimentell zu bestätigen, und die Bildung der Kohlehydrate aus unsymmetrisch substituierten Äthylen-Kohlenwasserstoffen zu beweisen.

Als Versuchsmaterial dienten unsymmetrische Diphenyläthylen und Methylphenyläthylen, die durch die Grignardsche Reaktion von Phenylmagnesiumbromid mit Azethylchlorid bzw. Azeton unter intermediärer Bildung entsprechender Karbinole und nach folgender Wasserabspaltung leicht zu erhalten sind*.

Beim Durchleiten eines Sauerstoffstromes durch die auf 50° erhitzten Kohlenwasserstoffe kann das sich bildende Formaldehyd in dem die Abgase durchspülenden Wasser schon nach wenigen Stunden nachgewiesen und quantitativ bestimmt werden. Nach 9 Tagen finden sich in dem Gasableitungsrohr reichliche Mengen des Trioxymethylens abgeschieden und der oxydierende Kohlenwasserstoff nimmt (im Falle des Methylphenyläthylens) einen ausgesprochenen Geruch von Azetophenon an. Bei der Oxydation der beiden Kohlenwasserstoffe nach Rosenthaler konnte die Formaldehydbildung deutlich nachgewiesen werden.

Beim Durchleiten eines mit Kohlenwasserstoffen gesättigten Luftstormes über einem bis 110° erhitzten platinierten Ni-Cr Draht findet die Bildung des Formaldehyds am leichtesten statt. Auch das reine Styrol bildet unter diesen Versuchsbedingungen erhebliche Mengen an Formaldehyd. Weitere Versuche hatten zum Ziele, die Kondensation des primär gebildeten Formaldehyd herbeizuführen.

9 g Dyphenyläthylen wurden mit 200 g reinem Quarzsand (zur Vergrösserung der Oberflache) und 0.25 g Kreide vermengt und in einem geräumigem Kolben, der mit einem Kühlrohr versehen war, in einem Trockenschrank bei 100—125° erwärmt. Nach Verlauf von 17 Tagen ununterbrochener Erwärmung wurde die Masse mit Wasser extrahiert und das Filtrat bis auf ein kleines Volumen verdampft und diente zur quantitativen Prüfung auf Kohlehydrate. Es gab folgende Reaktionen:

Nach Molisch (α Naphtol$+H_2SO_4$) positiv.

Nach Tollens (Reduktion der ammoniakalischen Silberoxydlösung) positiv.

Nach Fehling schwach positiv.

Bei der Destillation des eingeengten Filtrates mit 12% Salzsäure konnte in dem Destillat Furfurol mittels Phlorogluzin und essigsauerem Anilin nachgewiesen werden. Mit Methylphenyläthylen wurde ein Versuch in grösserem Masstabe angestellt. 64 g des Kohlenwasserstoffes wurden mit Sand und Glasscherben vermengt, mit Wasser befeuchtet, dem Gemisch 3.5 g frischgefälltes Bleihydroxyd als Kondensationsmittel zugesetzt und wie in dem vorhergehenden Versuche 50 Tage einer Temperatur von 100—120° ausgesetzt. Der Wasserextrakt wurde mit Schwefelwasserstoff zur Entfernung des Bleies behandelt. Das eingeengte Filtrat zeigte alle die obenerwähnten Reaktionen. Schliesslich wurde eine quantitative Bestimmung von Pentosen ausgeführt.

Durch Destillation mit Salzsäure wurde ein Destillat (210 cm³ gewonnen, welches alle Furfurolreaktionen deutlich nachwies. Aus 40 cm³ Destillat

* Die Experimente sind unter Mitwirkung von L. Wolkowa durchgeführt worden.

wurde das Furfurol nach Tiščenko und Koşkin (9) mit Diphenylthyobarbitursäure gefällt. Dabei wurde Furfuroldiphenylthyobarbitursäure in einer Menge von 0.0134 g gewonnen, was 0.0148 g Furfurol des gesamten Destillates und 0.0231 g Pentosen des Wasserextraktes entspricht.

Die angeführten Versuche lassen eine ganz neue Tatsache der Bildung von kohlehydratischen Körpern bei der Selbstoxydation einiger Kohlenwasserstoffe der Äthylenreihe feststellen und geben Anlass zu der Vermutung, dass auch unter gewissen Bedingungen in der Natur die Bildung von Kohlehydraten durch langsame Oxydation organischer Substanzen (z. B. von Erdölkohlenwasserstoffen) unabhängig von biochemischen Agenzien vor sich geht.

Chemisches Laboratorium
der Universität Saratov.

Eingegangen
d. 11. XI 1936.

ZITIERTE LITERATUR

[1] Н. А. Орлов, Химия твердого топлива, VII, 419 (1936). [2] Н. А. Орлов и И. З. Иванова, Журн. приклад. химии., 8, 903 (1936). [3] L. Rosenthaler, Archiv der Pharmacie, **251**, 587 (1913). [4] Tiffeneau, Bull. Soc. Chim. de France [3], **27**, 1067. [5] Klages, Ber., **37**, 1449 (1904). [6] Literaturverzeichnis siehe: А. Кузьмин, ЖОХ, V, 1373 (1935). [7] Schmalfuss, ZS. f. ang. Chem. **43**, 501 (1930). [8] Н. А. Орлов, Очерки по химии угля, стр. 125 (1934). [9] В. Е. Тищенко и Н. В. Кошкин, Журн. приклад. химии, 7, 1307 (1934).

Comptes Rendus (Doklady) de l'Académie des Sciences de l'URSS
1937. Volume XIV, № 6

GEOCHEMISTRY

DISCOVERY OF BORON IN CENTRAL ASIA

By A. G. BERGMAN

(Communicated by N. P. Gorbounov, Member of the Academy, 13. II. 1937).

In 1934, the physico-chemical, geological-hydrological and soil-botanical detachment No. 67 of the Tadjik-Pamir Expedition having the following personnel: A. G. Bergman, A. I. Dzens-Litovski (hydrologists), N. N. Dzens Litovski (soil investigator) and I. G. Druzhinin (chemist), once more and in greater detail investigated certain saline lakes of Western Uzbekistan. These were: 1) in the basin of Zeravshan: in Bukharski Oasis, Lake Hodzh, Kab; in Karakul Oasis, Lake Denghis-Kul, Lake Mazyr-Kul, Lake Hodzham-Sayat; 2) in the Kenimekh Region, Lakes Mullaly, Lyauli, Chingildy, Agatma; 3) in the delta of the Amu-Darya (Oxus), for the first time and in detail-only Lake Tuz-Sultan-Sandzhar, 80 km southeast from Khiva.

Auxilliary assignments from the Tadzhik-Pamir Expedition for completely working up the materials obtained in 1934, as also those of the physico-chemical expedition of 1932—1933 sent by the Institute of General and Inorganic Chemistry of the Academy of Sciences (A. G. Bergman, V. P. Radishchev, N. P. Luzhnaya, V. S. Egorov, A. A. Poret, N. I. Lepeshkov, V. V. Ostroumov, O. S. Dombrovskaya), enabled detailed physico-chemical and chemical analyses of almost all the samples and specimens of these three years to be made.

Tests for boron made by the chemist from the Institute of General and Inorganic Chemistry, A. G. Chelishcheva, gave the following results (in percentages of B_2O_3 in 100 grams of solution).

Zeravshan Basin

Lake Denghis-Kul; conc. brine of 1932, 0.098
More diluted brine of 1934, 0.017
Lake Mazyr Kul, 0.029
Lake Hodzham-Sayat, 0.011
Lake Hodzh-Kab, traces

Kenimekh Region

Lake Mullali, 0.010
Lake Lyauli, 0.010
Lake Chingildy, 0.012

Delta of Amu-Darya

Lake Sultan-Sandzhar (No.119), 0.234
» » » (No.118) 0.094
» » » » 0.093

Springs of Lake Sultan-Sandzhar:
Bulak-Ozherelye (0.99%), 0.006
Agar-Bulak (0.62%), 0.002
Khyrs-Bulak (0.69%), 0.005

All samples, except those from springs, are saturated with salt.

It would seem that the normal boron content in the lakes is not over 0.01 per cent. An excess over this amount indicates that the region feeding the lake is more or less boronbearing. On the other hand, the limit of boron accumula-

tion in the brine of lakes containing magnesium and calcium salts seems not to be higher than 0. 10 to 0. 20 per cent (on account of the low solubility of the corresponding borates); but in alkaline lakes, not containing the kations mentioned, the boron content reaches considerably higher values. Unfortunately, the physico-chemical equilibria of the complex salt systems containing boron have not yet been at all well studied.

The great deposits of boron in the region of Lake Inderskoye manifest themselves in the composition of the brine of the lake, as for example: 19.2 per cent NaCl; 2.32 per cent KCl; 4.93 per cent $MgCl_2$; 0.08 per cent $MgSO_4$; 0.23 per cent B_2O_3. Investigations in the Ural-Emba Region by the Institute of General and Inorganic Chemistry of the Academy of Sciences, Central Geological Prospecting Institute, Central Station of the Geochemistry of Salts in Saratov and on Lake Mangyshlak (Central St. Geochem. Salts) show that in these regions boron content is always connected with a high potassium content and with the feeding of the lakes from salt domes.

The high boron content in the brine of the large lake Denghis-Kul (about 60 km²) and of the rather small lake, Mazyr-Kul, lying about 20 km southeast of it, is connected with the high potassium content of the region about these lakes and led me to the opinion I advanced back in 1932 that they were fed from special sources of potassium. This has not, however, been shown.

Lake Sultan-Sandzhar (Tuz-Sultan-Sandzhar-Mazy), 25 km from station Pitnyak and 12 km from the left bank of the Amu-Darya in the Darganatai region of the Turkoman Soviet Socialist Republic, is still more interesting. The lake area is about 30 km²; the lake runs almost 12 km from the south-southeast to the north-northwest; it is up to 3.5 km wide. The lake's level i 23 m lower than the level of the Amu Darya River; the lake lies in a narrow valley. The lake (in its northern and southern parts) contains a layer of salt which is up to 3 m thick. The total salt content of the lake is 15 million tons; at the periphery of the lake there are about 10 million tons more.

The brine which covers the new salt deposit in summer, contains about 22 to 24 per cent NaCl, 2 to 4 per cent Na_2SO_4, up to about 0.4 per cent KCl, not more than 0.2 per cent $MgSO_4$ and 0.24 per cent B_2O_3. This lake is probably the only one in the USSR the composition of whose brine is of the simplest ternary system $NaCl—Na_2SO_4—H_2O$. The salt deposit, not yet fully analysed, contains principally NaCl; the salt mass of the lake consists of about 90 to 95 per cent of NaCl. We mention, for comparison, that the salts of the ocean contain about 78 per cent of NaCl, that of Aral and the Caspian, about 68 per cent, of Denghis-Kul, 49.6 per cent and Issyk-Kul, only 23 per cent of NaCl. It is apparent that Lake Sultan-Sandzhar is a supra-dome formation, as is indicated by its boron content and by its rather high potassium content. This fact is connected with the presence of natural gases and of indications of petroleum.

It is characteristic that the boron content in the three springs in saturated concentrations also corresponds to the boron content of the lake. A gravimetric survey southward from the Ural-Emba Region extending to the middle of the Amu-Darya delta, which is 150 km north of the Lake Sultan-Sandzhar, presents most interesting negative anomalies. All this supports the views I advanced in my report at the Turkoman Conference of the Council for the Study of Natural Resources in 1934 about the salt-dome origin and feeding of the lake.

A great interest present the analogy between the geomorphology and the topology of Lake Inderskoye and of Lake Sultan-Sandzhar: the Lake Inderskoye lies about 11 km from the Ural-River and the surface is 9 m below the

river level; the Lake Sultan-Sandzhar also lies about 11 km from the Amu-Darya (Oxus) and the surface is 23 m below the Amu-Darya level.

There is no doubt that these data considerably increase the range of occurrence of boron of high concentration in the USSR. Geophysical and physico-chemical investigations ought to be conducted still more extensively; there can be no doubt that they would give industrially valuable materials.

Institute of General and Inorganic Chemistry,
Academy of Sciences of the USSR,
Moscow.

Received
13. II. 1937.

Comptes Rendus (Doklady) de l'Académie des Sciences de l'URSS
1937. Volume XIV, № 6

GEOCHEMISTRY

ON FINDS OF TIN IN MICAS

By S. A. BOROVIK

(Communicated by V. I. Vernadskij, Member of the Academy, 31. XII. 1936)

As far back as 1931 I found appreciable tin content in a number of specimens of mica. Especially intense lines were discovered in muscovite from the pegmatite vein of Altyn-Tau (Kysyl-Kumy, Middle Asia). The question arose: Did the tin found in the micas enter into the crystal lattice or did it form part of some inclusions? In order to solve this problem, the following experiments were carried out.

Very thin leaves of mica were selected, which, on being examined by a polarization microscope, gave no signs of heterogeneity; on the spectrograms of this material, there was no weakening of the tin lines.

A second experiment consisted in dissolving the specimens selected in fluoric acid: if the tin contained in the selected material had entered in as an inclusion of cassiterite, then, because of the insolubility of SnO_2 in fluoric acid, it ought to have gone into the precipitate. However, spectrograms of the solution showed the presence of tin in it, and the tin lines were of the usual intensity.

A third experiment consisted in comparing the tin lines in the spectra of selected micas with those of the inclusions which could be isolated in specimens of muscovite from Altyn-Tau; it is true these inclusions could not be gathered separately from the mica; nevertheless, the tin lines in them were undoubtedly a great deal weaker than in the pure mica.

Finally, spectrograms of the three constituent parts of granite, quartz, feldspar and mica, were made: neither in the quartz nor in the feldspar were tin lines present, whereas in the pure mica the tin lines were quite distinct.

These experiments demonstrate quite convincingly that tin enters into the crystal lattice in mica. It might be thought that the problem could have been solved more decisively by means of a structural Roentgen analysis, but the sensitiveness of this method is not sufficient for such minute concentrations. The methods we used for solving the problem seemed to be the only one open to us.

Biogeochemical Laboratory,
Academy of Sciences of the USSR.
Moscow.

Received
31. XII. 1936.

Comptes Rendus (Doklady) de l'Académie des Sciences de l'URSS
1937. Volume XIV, № 6

GEOCHEMISTRY

SPECTROSCOPIC DETERMINATION OF RARE-EARTH ELEMENTS IN SOME MINERALS FOUND IN THE USSR

By S. A. BOROVIK

(Communicated by V. I. Vernadskij, Member of the Academy, 31. XII. 1936)

The effectiveness of spectral analysis is most apparent when used in the determination of rare-earth elements, since the identification of these elements by chemical methods involves great difficulties. This paper gives the results of spectral analysis for the presence of rare-earth elements in samples of apatite and lovcherrite from the Khibin deposits and in samples of carburane from Northern Karelia.

The spectrograms of the samples examined were obtained with a Hilger (medium model) quartz spectrograph. A direct current voltaic arc was used as a source of emission, the cathode layer effect being utilized when the amount of the sample under consideration was small. The only analysis made without previous concentration was that of the carburane sample, all the other samples being concentrates separated by chemical treatment from the respective minerals. A very important point in such concentration is the removal of titanium and iron, which give a large number of lines superposed upon the lines of the rare-earth elements. The determinations given were chiefly meant to indicate the presence of this or that element; but, by estimating the intensity of the lines and by comparing it with the tabulated intensity of a given line, one can ascertain the approximate concentration of the element in question; more particularly, a comparison of the intensities of the same line in different samples would afford evidence as to which of the two samples under examination contained a higher percentage of the element in question.

The determination of rare-earth elements in apatites was made on several samples of concentrates prepared by I. D. Starinkevich-Borneman from Khibin apatites (Kukkisvumchor mine). Some determinations gave identical results.

According to the spectrograms obtained with a Hilger medium model quartz spectrograph, the following rare-earth elements have been identified in the apatite concentrate (Khibin apatite mine), viz.:

57. Lanthanum . . . . . very strong lines
58. Cerium . . . . . strong lines
62. Samarium . . . . . lines of medium intensity
60. Neodymium . . . . . faint lines

59. Praseodymium . . . . . faint lines
63. Europium . . . . . lines of medium intensity
64. Gadolinium . . . . . lines of medium intensity
67. Holmium . . . . . lines of medium intensity
39. Yttrium . . . . . strong lines
68. Erbium . . . . . faint lines
70. Ytterbium . . . . . strong lines
66. Dysprosium . . . . . lines of medium intensity

The rare-earth concentrate prepared by I. D. Starinkevich-Borneman from the Khibin lovcherrite has been found to contain the following rare-earth elements:

57. Lanthanum . . . . . strong lines
58. Cerium . . . . . strong lines
62. Samarium . . . . . lines of medium intensity
60. Neodymium . . . . . faint lines
59. Praseodymium . . . . . faint lines
63. Europium . . . . . strong lines
64. Gadolinium . . . . . lines of medium intensity
39. Yttrium . . . . . strong lines
68. Erbium . . . . . faint lines
70. Ytterbium . . . . . strong lines
66. Dysprosium . . . . . lines of medium intensity

As an example of an analysis for rare-earth elements unpreceded by the chemical separation of rare earths, I give below the analysis of carburane from a pegmatite vein near the eastern end of Tedino Lake, Northern Karelia (collected by A. N. Labuntsov in 1927):

57. Lanthanum . . . . . faint lines
58. Cerium . . . . . faint lines
62. Samarium . . . . . very faint lines
60. Neodymium . . . . . strong lines
63. Europium . . . . . very faint lines
64. Gadolinium . . . . . lines of medium intensity
67. Holmium . . . . . lines of medium intensity
39. Yttrium . . . . . strong lines
70. Ytterbium . . . . . strong lines
66. Dysprosium . . . . . lines of medium intensity

The determinations were mainly made from lines ranging between 2500—3500 Å, a Bardet Atlas being available for this range.

As to other rare-earth elements, the lines of which have not been identified, there is no reason to take their absence for granted. The only exception is lutetium, which has intense lines in the 3500—2500 Å region; these lines being absent on the spectrograms obtained, one may affirm that lutetium, if at all contained in our samples, is only present there in negligible quantities.

The Hilger medium quartz spectrograph is an instrument of almost universal use in spectrographic analysis. The present work shows that the spectrograph, which has a comparatively low dispersion, can yield fairly complete information as to the composition of the rare-earth elements.

Biogeochemical Laboratory.
Academy of Sciences of the USSR.
Moscow.

Received
31. XII. 1936.

Comptes Rendus (Doklady) de l'Académie des Sciences de l'URSS
1937. Volume XIV, № 6

GEOCHEMISTRY

DETERMINATION OF FERROUS OXIDE IN ROCKS AND MINERALS

By V. SMIRNOV and N. AIDINJAN

(Communicated by F. J. Loewinson-Lessing, Member of the Academy, 31. XII. 1936)

Dr W. F. Hillebrand writes in his well known handbook, «Applied Inorganic Analysis» (*p.* 771) that «no point in rock analysis has been the cause of greater solicitude to the chemist, and especially to the mineralogist and petrographer, than the determination of iron in ferrous condition». It is difficult to disagree with this statement of Dr. W. F. Hillebrand even though chemists since the time of Mitscherlich have been persistently trying to work out an infallible method for the determination of ferrous oxide. Despite these efforts, we have no such method as would be convenient and would not require complex apparatus and be applicable in all cases, i. e. in the case of silicates difficult to decompose.

Each of the proposed methods has its defects.

The most exact method, that of Mitscherlich, which consists in heating the silicate with sulphuric acid in sealed glass tubes at high temperatures, is inconvenient in many respects.

This method requires: a special oven for temperatures over 200 C; tubes of special glass which is free from ferrous oxide; hermetically closable steel cases for heating the tubes in benzine or ether vapours; a good knowledge of how to use the glass.

This method gives good results with rocks that are easily decomposed by sulphuric acid, but it is difficult to apply where the silicate decomposes slowly and the addition of hydrofluoric acid is required.

Mitscherlich's method has also other defects besides the above mentioned.

With Pratts's method, often used in laboratories, which is based on heating the rock with hydrofluoric and sulphuric acids in a platinum crucible with a lid, one can never be sure that the whole amount of oxygen from the air has been removed or that the rock has been completely decomposed, as the reacting mixture cannot be stirred, which is indispensable. Besides, the action of acids continues but for a short time (about ten minutes), this being absolutely insufficient even in the case of rocks and minerals of average stability.

The weakest point of this method is that during the heating process a sediment is frequently formed, which sticks to the bottom of the crucible this resulting in bumps and loss of part of the material.

Other defects of this method are that it requires an expensive platinum crucible of a large volume (about 100 cm^3), that the operation has to be closely watched while it is being carried out, and that this method involves difficulties in connection with proper heating regulation.

Cooke's and Treadwell's methods, as well as others that have been lately proposed, are neither very convenient nor rational, since they require more or less complicated apparatus as would ensure, to a certain extent, the possibility of stirring the reacting mass and the replacement of oxygen by carbonic acid. The latter condition can be hardly satisfied even in Treadwell's lead apparatus because carbonic acid generally contains a certain, though small amount of air, whose oxygen has its effect during a long period of heating.

For these reasons, we have worked out a method of determination of ferrous oxide in rocks and minerals which is also exact and very convenient and somewhat original. Its originality consists in the introduction of hydrocarbons as a means of protecting the reacting mixture from oxydation, i. e. the introduction of an organic matter, the very presence of which generally makes the determination of ferrous oxide impossible.

However, the use of hydrocarbons for this purpose is not in contradiction to their chemical properties, for we know that many of the hydrocarbons are very resistant to acids and oxidizing agents and that, under the usual conditions of the decomposition of silicates (by a mixture of fluoric and sulphuric acids), they do not undergo any changes.

To the hydrocarbons of that kind belong paraffins, hydroaromatic hydrocarbons, or naphtens, and aromatic hydrocarbons.

These hydrocarbons may be heated with diluted acids for long periods of time without suffering any changes, nor are they affected by diluted solutions of potassium permanganate or other oxidizing agents.

If we make use of these properties and cover the reacting mixture with a hydrocarbon layer of 2 to 3 mm thickness, we shall set up the same conditions as would be obtained by passing a current of CO_2 through the apparatus, i. e. we shall eliminate the effect of the oxygen of the air. Such a protective layer effectively protects the reacting mass from being oxidized and thus enables us to carry on the reaction under a layer of melted paraffin or another hydrocarbon over a long period of time.

Our experiments show that the decomposition of silicates under the protective layer goes on without any complications. We have not detected any undesirable products of the reaction of the hydrocarbons with the acids, which would be harmful during the process of titration with $KMnO_4$.

In the case of easily decomposable silicates, we generaly used toluene, whereas more resistant rocks were heated under a layer of melted paraffin.

We applied our method in the following way.

We placed a mixture of 0.5 g of finely powdered rock, 10 cm^3 of sulphuric acid (1 volume of concentrated H_2SO_4 to 1 volume of H_2O) and 10 cm^3 of 40% hydrofluoric acid into a small platinum basin; the mixture was immediately covered by a layer of toluene or with a solution of paraffin in toluene and was heated, while being stirred with a platinum spattle, on a water bath until it was completely decomposed; the reaction generally required from a quarter of an hour up to an hour according to the degree of the resistance of the rock. The reaction being completed, the mixture was poured out into 400 cm^3 of water, into which the basin was also put, and the ferrous oxide was titrated with $KMnO_4$ in the presence of boric acid. Under the same conditions and with the same samples of rock, we carried out determinations of ferrous oxide after Pratt's method.

Control experiments with toluene and paraffin showed that these hydrocarbons are absolutely indifferent under the conditions in question and that the water turns pink at the first drop of potassium permanganate solution.

In the tables given below we compare the results of Pratt's method of determination of ferrous oxide in some rocks and in garnet (almandine) with the method involving the presence of hydrocarbons.

Determination of Ferrous Oxide in Rocks

Rock	Weight of rock g	$KMnO_4$ cm³		FeO Pratt's method %	FeO Hydrocarbon. method %	Difference %
		After Pratt in crucible	With toluene in basin			
Serpentine № 63, collection of I. K. Astashenko . . .	0.5	6.15	6.40	8.70	9.05	0.35
Granodiorite № 408, collection of I. K. Astashenko	0.5	2.60	2.65	3.67	3.74	0.07
Quartz-rock № 405, collection of A. P. Lebedev	0.5	0.30	0.3	0.42	0.42	0
Porphyrite № 9, collection of P. I. Lebedev	0.5	5.05	5.15	7.14	7.28	0.14
Syenite № 75, collection of N. I. Soustov	0.5	1.80	1.80	2.54	2.54	0

Determination of FeO in Almandine by Pratt's method

№	Weight of garnet g	Heating min.	$KMnO_4$ cm³	FeO %
1	0.5	7	18.0	25.46
2	0.5	15	20.5	29.00

Determination of FeO in Almandine with Toluene and Paraffin

№	Weight of garnet g	Heating hours	$KMnO_4$ cm³	FeO %
1	0.5	1	20.7	29.26
2	0.5	1	20.9	29.52
3	0.5	2	20.7	29.26

The total amount of iron in garnet is 36.99% (Fe_2O_3).

As can be seen from the tables, our method is no less exact than that of Pratt. In some cases it gives even better results, which must be explained by the protective action of the hydrocarbons.

We have not compared our method with any other methods because they do not present any substantial advantages. Treadwell's method, for instance, while involving long heating, gives results that are not so good as ours.

It must be specially mentioned that, under the conditions of the hydrocarbon method, there is no necessity to be present during the whole period of the reaction, as no bumps occur during the heating. A great advantage is the possibility of stirring the mixture with a platinum spattle and, at the same time, watching the process through the transparent layer of the hydrocarbon, this being absolutely impossible under the conditions of other methods.

Further we intend to apply our method to the analyses of such silicates as are difficult to decompose, e. g. tourmaline and some synthetic products. It is very likely that we shall have to change slightly the conditions and, instead of heating on water bath, to heat at higher temperatures or for longer periods of time; the latter is quite possible, as our experiments with garnet have shown that there is no difference in the results when heating takes place for one or two hours.

Petrographical Institute.
Academy of Sciences of the USSR.
Moscow.

Received
31. XII. 1936.

Comptes Rendus (Doklady) de l'Académie des Sciences de l'URSS
1937. Volume XIV, № 6

BIOGEOCHEMISTRY

MANGANESE IN INSECTS (*FORMICIDAE*). III (1)

(ON THE PROBLEM OF THE CHEMICAL COMPOSITION OF ORGANISMS AS A SPECIFIC CHARACTER)

By A. P. VINOGRADOV

(Communicated by W. I. Vernadskij, Member of the Academy, 28. XII. 1936)

In previous papers we have pointed out the fact that some species and genera of the family *Formicidae* contain considerable quantities of manganese in comparison with the majority of other species of insects that have been studied. We then correlated the high Mn content in certain ants with their ability to produce formic acid. We have been able, owing to the kind help of V. A. Karavayev, V. M. Dirsh and V. J. Fridolin, to collect, from different places, up to 22 different species of ants belonging to the subfamilies *Camponotinae*, *Myrmicinae* and *Ponerinae*. Their Mn content was determined by the method already described. From the data shown in the table, the difference in the Mn content of various subfamilies of ants can be seen quite clearly.

Table

Name of subfamily, genus and species	Mn in %	Place and time of collection
Camponotinae		
Formica rufa L.	$6.5 \cdot 10^{-2}$	Peterhoff, 1928 (1)
» » »	$5.0 \cdot 10^{-2}$	Kiev, 1928 (1)
» » »	$4.7 \cdot 10^{-2}$	Peterhoff, 1929 (2)
» » »	$1.5 \cdot 10^{-2}$	Kiev, 1929 (2)
» *pratensis* Retz.	$1.4 \cdot 10^{-2}$	Krasnogorskaya, 1934
» » »	$1.2 \cdot 10^{-2}$	» 1934
» *cinerea* Mayr.	$1.1 \cdot 10^{-2}$	Kiev, 1930
» » »	$2.0 \cdot 10^{-2}$	» 1932
» » *var. inutans*, Ruz.	$1.5 \cdot 10^{-2}$	» 1932
» *exsecta prassilabris* Nyl.	$2.1 \cdot 10^{-2}$	» 1932
» *fusca*	$9.0 \cdot 10^{-3}$	Khibiny, Paoch Vumchorr, 1935

Продолжение

Name of subfamily, genus and species	Mn in %	Place and time of collection
Oecophylla smaragdina F.	$8.1 \cdot 10^{-3}$	Buitenzorg, Java
Polyrachis armata La Guill.	$5.6 \cdot 10^{-3}$	» »
Camponotus vagus Scop.	$7.3 \cdot 10^{-3}$	Kiev, 1932
Lasius fuliginosus Latr.	$1.1 \cdot 10^{-2}$	» 1928 (1)
» » »	$8.2 \cdot 10^{-3}$	» 1932
» » » *	$6.6 \cdot 10^{-3}$	Peterhoff, 1929 (2)
» *niger* L.	$5.0 \cdot 10^{-3}$	Kiev, 1929
» »	$1.0 \cdot 10^{-2}$	» »
» *flavus* Deg. **	$1.5 \cdot 10^{-3}$	Krasnogorskaya, 1934
Myrmicinae		
Myrmica ruginoides Nyl.	$2.6 \cdot 10^{-3}$	Kiev, 1929 (2)
» » »	$3.0 \cdot 10^{-3}$	» 1932
» » »	$2.1 \cdot 10^{-3}$	» 1932
Messor striaticeps structor André.	$6.2 \cdot 10^{-3}$	Yalta, 1934
» *structor*, Latr.	$2.1 \cdot 10^{-3}$	» 1934
Tetramorium caespitum semilaeve André	$3.0 \cdot 10^{-3}$	» 1934
» » *caespitum* L.	$1.5 \cdot 10^{-3}$	» 1934
Crematogaster scutellaris Schmidti Mayr.	$3.0 \cdot 10^{-3}$	» 1934
Prenolepsis nitens Mayr.	$3.5 \cdot 10^{-3}$	» 1934
Solenopsis fugax Latr.	$1.5 \cdot 10^{-3}$	» 1934
Ponerinae		
Odontomachus saevissimus Sn.	$1.0 \cdot 10^{-3}$	Ambvina
Ponera coarctata Latr.	$1.5 \cdot 10^{-3}$	Yalta, 1934

The greatest amount of Mn is found in ants of the subfamily *Camponotinae* (stingless), viz. about $n \cdot 10^{-2}$ per cent. The *Formicae* species of this subfamily have an especially high Mn content. There is a notable smaller Mn content in ants of the subfamilies *Myrmicinae* and *Ponerinae* (having stings), viz. about $n \cdot 10^{-3}$ per cent. Thus the difference in Mn content in ants coincides with their membership in definite subfamilies. Inasmuch as these data were obtained from ants of various localities, collected at various times during the course of many years and since, notwithstanding the variation in Mn content within the limits of single species, the general rule that we mentioned is not overstepped, we are justified in considering a definite manganese content to be characteristic for definite species of ants.

The family *Formicidae*, within which we observe a differentiation in the content of such a common chemical element as Mn is, as is well known, a highly specialized group of insects. It is then all the more interesting to compare the Mn content in species of other families of insects, as for example, the family *Acrididae* (of the order *Orthoptera*), whose conditions of existence are more uniform and which feed principally on the green parts of cereals, etc. We have at our disposal analyses of more than 15 species of *Acrididae*(2), in some cases from collections made in the course of many years and at various parts of the Union, namely:

Chorthippus parallelus parallelus Zett.
» *albomarginatus* De Geer

* Chrysalis.
** Winged ants.

Chorthippus longicornis Latz.
» *bicolor* Charp.
Dociosturus crucigerus brevicollis Ev.
Calliptamus italicus L.
Bryodema tuberculata tuberculata F.
Myrmeleotettix maculatus Thunbg.
Sphingonotus Sp.
Mecostethus grossus L.
Arcyptera microptera F-W.
Oedipoda coerulescens L.
Locusta migratorita danica L.
Stenobotrus stigmaticus Ramb.
Acrydium subulatum L.
Aiolopus thalassimus

The Mn content in *Acrididae* varies between $1 \cdot 10^{-3}$ and $3 \cdot 10^{-3}$ per cent, that is on an average, from hundreds of determinations, $1 \cdot 710^{-3}$ per cent. Thus, the Mn content in the species of *Acrididae* is remarkably uniform.

Conclusions

1. The Mn content is different in and characteristic for the various genera of *Formicidae*. Species of the subfamily *Camponotinae* are higher in Mn than species of other subfamilies, containing up to $n \cdot 10^{-2}$ per cent, the species of the genus *Formicae* having an especially high content. Species of the subfamilies *Myrmicinae* and *Ponerinae* are smaller in Mn, usually containing $n \cdot 10^{-3}$ per cent of the latter.

2. Within the family *Acrididae*, whose species feed on more uniform food, etc., no such differentiation in Mn content is to be observed, the average Mn content being about $1.7 \cdot 10^{-3}$ per cent.

3. The peculiar distribution of Mn within the families *Formicidae*, *Acrididae*, etc. indicates that families do not have equal significance as taxonomical units.

Biogeochemical Laboratory.
Academy of Sciences of the USSR.
Moscow.

Received
28. XII. 1936.

REFERENCES

[1] A. P. Vinogradov, C. R. Acad. Sci. URSS, 227 (1929). [2] A. P. Vinogradov a. M. V. Neustrujeva, C. R. Acad. Sci. URSS, 127 (1930).

Comptes Rendus (Doklady) de l'Académie des Sciences de l'URSS
1937. Volume XIV, № 6

BIOGEOCHEMISTRY

FLUORINE CONTENT IN THE RIVERS OF THE UNION

(IN CONNECTION WITH THE OCCURRENCE OF MOTTLED ENAME L DISEASE)

By A. P. VINOGRADOV, V. V. DANILOVA and L. S. SELIVANOV

(Communicated by W. I. Vernadskij, Member of the Academy, 28. XII. 1936)

The distribution of fluorine in organisms, soils, etc., has been studied for several years in the Biogeochemical Laboratory of the Academy of Sciences of the USSR for the purpose of elucidating its biogenic migration. Owing to the fact that in 1930 it was established that the so-called mottled enamel, an endemic disease of man and other animals, observed in many states of the U. S. A. and in other countries, is caused by an excess in the fluorine content of the water supply, the interest in the data on the distribution of fluorine in our waters, soils, etc., has been aroused in our country also.

The history of the discovery of the endemic disease mentioned above, its occurrence in different countries, its dependence on the character of the water supply and, in particular, on fluorine content of the water, etc., have been dealt with by one of us (1). We shall therefore recall here only the more important facts. As the American authors have established, the endemic of mottled enamel occurs when the concentration of fluorine in water supply exceeds 0.5—1.0 mg per litre. Children are the first to suffer. Not only man, but also other animals are affected. This endemic occurs especially in areas of phosphorite deposits (fluor-apatite), as, for instance, in Northern Africa, in the regions of phosphorite mining (Algiers, Tunis and Morocco) and in those areas where the population uses mineralized water, spring water, etc., as in North America, Argentine, etc.

The definite geographical localization of the endemic, its simultaneous incidence among the human and animal population of a given region, the fact that children are the first to suffer and, lastly, the very cause of this disease—the excess of fluorine—compels us to refer this endemic to the group of the so-called biogeochemical endemics, which are caused by the deficiency or excess of certain chemical elements in a definite area [biogeochemical province (2)]. A number of other analogous endemics are known, which are due to the deficiency or excess of I, Ca, P, Fe, Se, and, it seems, of many others as well.

The fluorine content in rivers and other sources of drinking water in the Union has not been systematically studied up till now. At the request of the state sanitary Inspection of the RSFSR, we have investigated the seasonal changes in the fluorine content in the water of Moskva River and in the Moscow tap water, both coagulated and uncoagulated (3). Below we give some of the a v e r a g e data on the fluorine content in the water of several rivers of the Union.

In order to work out a method of determining minute quantities of fluorine in water, plants, soils, etc., we studied a number of different methods of determining a lov fluorine content, viz:

1. Distillation of SiF_4 from solutions of strong H_2SO_4 in special vessels—with subsequent determination of F after Si (colorimetric method with molybdic acid.

2. Precipitation of F as LaF_3.

3. Distillation of HF from acid solutions with subsequent colorimetric determination of F by means of lacquers produced in using zirconium (as well as thorium, cerium, etc.) salts with different dyes—oxyanthraquinone, alizarin, etc. (4).

As a result, we adopted the method set forth briefly below, which has been worked out in detail by us (5).

One litre of the water under investigation is made slightly alkaline and evaporated to dryness. The residue* is slightly ignited in order to eliminate organic matter and is transferred into a special 130 cm³ distilling flask. Up to 100 cm³ of H_2SO_4** and H_2O are added in such a proportion as to give 35—40% H_2SO_4, boiling at about 110°C. This mixture is then heated and HF distilled (up to $t°=135°$); 30—50 cm³ of H_2O (together with HF) are distilled. Heating is discontinued. By adding H_2O into the distilling flask, the mixture dilute to its initial volume, and again 30—50 cm³ are distilled into an other vessel. This procedure is repeated a third time. If the operations are carried out thoroughly enough, the fluorine distills into the first receiver, and partly into the second (not more than 0.03 mg), the third one being free of fluorine. The fluorine content in the three flasks is colori metrically determined with Zr-alizarin indicator, proposed by de Boer and prepared after Sanchis method, which was found to be the best.

We have established the conditions necessary for a complete distillation of HF from solutions as well as the inhibiting effect of various substances. The method used was shown to be appliable only when the fluorine content in the samples tested is not below 0.01 mg and not above 0.25 mg in 100 cm³. By using a special comparator with a series of 20 cm high cylinders, the fluorine content was determined to within ± 0.01 mg.

The table gives some average values for hundreds of determinations. Only some of the data are given here. The fluorine content in the water of Moskva river was investigated in especial detail in view of the possibility of applying nepheline concentrates (containing F) for the coagulation (purification) of the water. Water was collected during ten days, an average sample being taken for analysis.

The fluorine content in the water of Moskva river is, in general, rather constant; the same is observed in other rivers of the Union. The water of the Neva has the lowest fluorine content. The water of the Neva is well known for its exceedingly low mineralization. The water of the Don shows a relatively high fluorine content, but the highest content was found in the water of some of the rivers and the bore-holes, etc., of the Khibiny region. An especially high value was shown by the water from the bore-hole at the foot of mount Kukkisvumchorr, on a moraine in the valley of the Loparskaya; the water-bearing horizon

---

* The presence of large quantities of SiO_2, Al_2O_3, etc., retards the distillation of HF, therefore 0.3—0.5 g of the residue must be taken. If large amounts of chlorides are present, Ag_2SO_4 is added.

** Or $HClO_4$, if the amount of Ca is large.

Table

Fluorine Content in the Water of Some Rivers of the Union

River	Date of sampling	Quantity of water tested in litres	Total amount of F in mg	Percentage of F
Moskva (at Moscow)	10.VIII.1935	1	0.12	$1.2 \cdot 10^{-5}$
» » »	3.IX.1935	1	0.17	$1.7 \cdot 10^{-5}$
» (tap-water)	3.IX.1935	1	0.16	$1.6 \cdot 10^{-5}$
» »	4.IX.1935	1	0.18	$1.8 \cdot 10^{-5}$
» »	4.IX.1935	2	0.32	$1.6 \cdot 10^{-5}$
» (from the river during flood-time)	28.III.1935	1	0.18	$1.8 \cdot 10^{-5}$
Volga (near Gorki)	10—19.VIII. 1935	1	0.10	$1.0 \cdot 10^{-5}$
» » »	10—19.VIII 1935	1.5	0.13	$0.9 \cdot 10^{-5}$
» (opposite Saratov)	13.X.1935	1	0.12	$1.2 \cdot 10^{-5}$
» » »	13.X.1935	2	0.24	$1.2 \cdot 10^{-5}$
» » »	13.X.1935	4	0.48	$1.2 \cdot 10^{-5}$
Ob (near Tomsk)	6.X.1935	1	0.12	$1.2 \cdot 10^{-5}$
» » »	6.X.1935	1	0.13	$1.3 \cdot 10^{-5}$
» » »	6.X.1935	1	0.13	$1.3 \cdot 10^{-5}$
Dniepr (near Dnepropetrovsk)	20.X.1935	1	0.17	$1.7 \cdot 10^{-5}$
» » »	20.X.1935	1	0.16	$1.6 \cdot 10^{-5}$
Yenisei (near Krasnoyarsk)	8.X.1935	1	0.10	$1.0 \cdot 10^{-5}$
» » »	8.X.1935	1	0.08	$0.8 \cdot 10^{-5}$
Don	25.X.1935	0.5	0.30	$3.0 \cdot 10^{-5}$
»	25.X.1935	0.5	0.30	$3.0 \cdot 10^{-5}$
Urov (near Kozulin)	23.VI.1935	1	0.15	$1.5 \cdot 10^{-5}$
» » »	23.VI.1935	1	0.15	$1.5 \cdot 10^{-5}$
Neva (Leningrad)	30.VIII.1935	1	0.05	$0.5 \cdot 10^{-5}$
» »	30.VIII.1935	2	0.08	$0.4 \cdot 10^{-5}$
» »	30.VIII.1935	3	0.13	$0.4 \cdot 10^{-5}$
Loparskaia	7.X.1936	0.5	0.09	$1.8 \cdot 10^{-5}$
»	7.X.1936	0.5	0.09	$1.8 \cdot 10^{-5}$
Lake Bolshoi Vudyavr (tap-water, Kirovsk)	6.X.1936	0.5	0.06	$1.2 \cdot 10^{-5}$
» » » » »	6.X.1936	0.5	0.06	$1.2 \cdot 10^{-5}$
Water from the bore hole at the foot of mount Northern Kukkisvumchorr	7.X.1936	0.05	0.09	$1.8 \cdot 10^{-4}$
Water from the bore hole at the foot of mount Northern Kukkisvumchorr	7.X.1936	0.05	0.085	$1.7 \cdot 10^{-4}$

is at the depth of 125 meters above the apatite rockmass. This water is used for drinking. Thus, the conditions in this region favour the occurrence of mottled enamel among the population.

A more detailed investigation of the occurrence of fluorine in the numerous water samples from the Khibiny region with a detailed description of the origin of the fluorine contained in them, etc., will be given in our next paper.

Conclusions

1. The fluorine content in the water of the investigated rivers of the Union usually does not exceed 0.2 mg of F per litre.

2. We have found water with a high fluorine content only in the region of the apatite deposits in the Khibiny.

Biogeochemical Laboratory.
Academy of Sciences of the USSR.
Moscow.

Received
22.XII.1936.

REFERENCES

[1] А. П. Виноградов, Фтор в природе (к вопросу о фторе как о причине так наз. крапчатости эмали), изд. Наркомздрава (1936). [2] A. P. Vinogradov, Current Sci., **4**, № 4 (1935). [3] Отчеты Биогеохим. лабор. Акад. Наук СССР. [4] I. H. de Boer u. I. Basart, ZS. f. anorg. u. allg. Ch., **152**, 213 (1926). [5] Труды Биогеохим. лабор. Акад. Наук СССР. [6] I. M. Sanchis, Ind. Eng. Chem., Anal. Ed., **6**, 134 (1934).

Comptes Rendus (Doklady) de l'Académie des Sciences de l'URSS
1937. Volume XIV, № 6

BIOCHIMIE

APPRÉCIATION CRITIQUE DES MÉTHODES DU DÉGAGEMENT DE LA THYRÉOGLOBULINE

Par I. A. SMORODINCEV (SMORODINZEW) et A. M. FELDT

(Présenté par A. A. Richter, de l'Académie, le 31. XII. 1936)

D'après les données bibliographiques, la composition de la glande thyroïde comprend principalement deux protéines: la thyréoglobuline et la nucléoprotéide, dont la première se trouve en bien plus grande quantité. Les plus importantes méthodes de dégagement de la thyréoglobuline forment quatre groupes*: 1) déssalaison au moyen d'une demi-saturation au sulfate d'ammonium (1), 2) précipitation au moyen d'acide acétique(2), 3) précipitation au moyen de l'alcool (3), 4) déssalaison du filtrat au moyen du sulfate d'ammonium après la précipitation préliminaire au moyen d'acide acétique (4).

Nous avons décidé de faire une étude comparée de ces méthodes sur la même matière et d'apprécier la teneur en thyréoglobuline dans les préparations obtenues selon la quantité d'iode(5), et la teneur en nucléoprotéide selon la quantité de phosphore(6).

Préparation No 1. 1 kg de glandes thyroïdes prises sur des moutons fraîchement tués fut séparé de la graisse et du tissu conjonctif, lavé du sang à l'eau glacée, passé dans un hache-viande, et puis la masse fut séparée en deux portions: A et B.

La portion A fut extraite pendant 48 heures au moyen de son double volume de solution physiologique de chlorure de sodium, en changeant deux fois le dissolvant. Les extraits réunis étaient mélangés avec le volume égal de $(NH_4)_2SO_4$ saturé, le dépôt dissous dans l'eau et la solution précipitée au moyen de 4 volumes d'acétone fraîchement distillé à la température de —5°. Le dépôt était filtré, lavé 5 fois au filtre avec de l'acétone et 5 fois avec de l'éther; ensuite il était extrait au moyen d'éther dans l'appareil de Soxhlet pendant 20 heures. Le dépôt était ensuite dissous dans l'eau additionnée de NaOH 0.01 *n* jusqu'à l'obtention d'une faible réaction alcaline, la solution était précipitée au moyen d'acétone à la température de —5°, le dépôt desséché dans un déssicateur, isolé par un lavage à l'eau du $(NH_4)_2SO_4$ et séché de nouveau dans un déssicateur.

Préparation No 2. La portion B était extraite pendant 48 heures au moyen de son double volume du acétate de sodium 0.1 *n*, en changeant deux fois le dissolvant, puis l'extrait était divisé en deux moi-

fiés. Une partie de l'extrait était précipitée au moyen de 3 volumes d'alcool à 95°. Le dépôt était lavé à l'alcool et à l'éther, puis extrait à l'éther dans l'appareil de Soxhlet pendant 20 heures.

. Préparation No 3. L'autre partie de l'extrait (préparation No 2) était précipitée au moyen d'acide acétique, le pH étant égal à 4.4, après avoir établi la concentration optimale des ions d'hydrogène dans un échantillon séparé. Après 2—3 heures de repos le dépôt était filtré et dissous dans une solution 0.1 normale d'acétate de sodium avec addition de NaOH 0.01 *n* jusqu'à la réaction neutre. Cette solution était de nouveau précipitée au moyen d'acide acétique, le pH étant égal à 4.4 après l'épreuve préliminaire, le dépôt était lavé à l'alcool et à l'éther, extrait au moyen de l'éther pendant 20 heures dans l'appareil de Soxhlet et séché.

Pour l'analyse les trois préparations de thyréoglobuline des glandes thyroïdes de mouton étaient séchées jusqu'à leur poids constant à la température de 105°, puis on déterminait leur teneur en azote d'après la méthode de Kjeldhal, en phosphore d'après Briggs(6) et en iode d'après Groak(5).

Les donnés moyennes des analyses sont indiquées dans le tableau 1.

Tableau 1

Composition chimique comparée des préparations de thyréoglobuline des glandes thyroïdes de mouton

Préparations	Azote %	Iode %	Phosphore %
№ 1 (dessalaison au moyen de sulfate d'ammonium)	15.48	0.81	0.21
№ 2 (précipitation au moyen d'alcool)	15.23	0.62	0.32
№ 3 (précipitation au moyen d'acide acétique)	15.15	0.47	0.65

Si l'on juge d'après la teneur en iode et en phosphore, la préparation la plus pure de thyréoglobuline (No 1), contenant le moins de mélange de nucléoprotéide a été obtenue au moyen de la dessalaison par le sulfate d'ammonium: presque deux fois plus d'iode et trois fois moins de phosphore que dans la préparation No 3. La précipitation au moyen de l'alcool ne doit pas être considérée comme spécifique pour la thyréoglobuline, car l'alcool précipite toutes les protéines (préparation No 2). Le dépôt obtenu au moyen de l'acide acétique (préparation No 3) contient la moindre quantité de thyréoglobuline et le maximum de nucléoprotéide (0.65% P). Ces gradations de la teneur en I et en P indiquent la voie de la séparation des deux protéines de la glande thyroïde: après l'élimination de la nucléoprotéide de l'extrait au moyen de l'acide acétique, la dessalaison ultérieure avec du $(NH_4)_2SO_4$ doit donner de la thyréoglobuline contenant le maximum de I et le minimum de P, c'est-à-dire le moindre mélange de nucléoprotéide. Cette hypothèse a été vérifiée par l'examen des thyréoglobulines des glandes thyroïdes du gros bétail à cornes.

Préparation No 4. 2 kg de glandes thyroïdes fraîches de gros bétail à cornes étaient séparés de la graisse et du tissu conjonctif, lavés du sang à l'eau glacée, passés dans un hache-viande, puis la pulpe était mélangée avec 500 cm^3 d'eau et pressée dans de la gaze. Le plasma obtenu de cette manière dont le pH = 6.85, était conservé dans une glacière avec du toluène. Une partie de ce plasma était précipitée au moyen de l'acide acétique avec un pH = 4.5, après l'épreuve préliminaire d'un échantillon. Le

dépôt était dissous dans l'eau avec addition de NaOH 0.01 *n* jusqu'à la réaction neutre, puis précipité de nouveau le lendemain matin au moyen d'acide acétique, le pH étant déjà égal à 4.8, conformément à l'épreuve préliminaire. Le dépôt était dissous dans l'eau avec addition de NaOH 0.01 *n* jusqu'à la réaction neutre et la solution était précipitée au moyen de 4 volumes d'acétone à la t° de —5°, le dépôt était lavé à l'acétone et à l'éther, puis séché.

Préparation No 5. Après la seconde précipitation au moyen d'acide acétique avec un pH=4.8 (pr. No 4) une partie du dépôt était encore soumise deux fois au même procédé et le pH changea de 4.95 à 5.12 resp. Après être précipité 4 fois au moyen d'acide acétique le dépôt fut dissous à l'aide de NaOH 0.01*n* et précipité au moyen de 4 volumes d'acétone; le dépôt fut lavé à l'acétone et à l'éther, puis séché.

Préparation No 6. 500 cm³ de plasma des glandes thyroïdes (pr. No 4) furent précipités au moyen de même volume de $(NH_4)_2SO_4$ saturé. Le dépôt filtré et dissous dans l'eau distillée fut de nouveau précipité par le même volume de solution saturée de $(NH_4)_2SO_4$. L'opération de précipitation au moyen du sulfate d'ammonium fut répétée 3 fois, le dépôt fut dialysé, la solution précipitée au moyen de 4 volumes d'acétone à la t° de —5°, lavé à l'acétone et à l'éther, puis séché.

Préparation No 7. Le plasma des glandes thyroïdes (pr. No 4) était précipité au moyen d'acide acétique avec un pH optimal après être dissous dans dix volumes d'eau distillée. Le filtrat était neutralisé au moyen de NaOH 0.1 *n* à la réaction de tournesol et précipité par le même volume de $(NH_4)_2SO_4$. Le dépôt était dissous dans l'eau distillée, la solution précipitée dans quatre volumes d'acétone, lavée à l'éther et séchée. Ce dépôt était lavé plusieurs fois à l'eau pour éliminer le $(NH_4)_2SO_4$ jusqu'à la disparition de la réaction au SO_4'' dans l'eau de lavage, ensuite le dépôt était lavé à l'acétone et à l'éther, puis séché.

Les préparations Nos 4—7 était extraites à l'éther dans l'appareil de Soxhlet pendant 40 heures, ensuite séchées jusqu'à leur poids constant à la température de 105° et analysées par rapport à la teneur en N, I et P. Les données moyennes des analyses sont indiquées dans le tableau 2.

La comparaison des préparations Nos 4 et 5 nous montre qu'en cas de précipitation répétée au moyen de l'acide acétique, le pour cent de I diminue et le pour cent de P augmente, c'est-à-dire qu'il se produit un enrichissement de la préparation en nucléoprotéide en même temps qu'une diminution de la teneneur en thyréoglobulie. En comparant ls préparations Nos 6 et 7 nous pouvons nous convaincre que la précipitation au moyen d'acide acétique

Tableau 2

Composition chimique comparée des préparations de thyréoglobuline des glandes thyroïdes du gros bétail à cornes

Préparations	Azote %	Iode %	Phosphore %	Cendre %
№ 4 double précipitation à l'acide acétique . .	—	0.65	0.65	—
№ 5 quadruple précipitation à l'acide acétique	15.21	0.54	0.80	2.1
№ 6 triple précipitation au sulfate d'ammonium	—	0.72	0.26	—
№ 7 dessalaison au moyen de sulfate d'ammonium du filtrat obtenu de l'acide acétique . .	15.55	0.97	0.07	0.00

dégage effectivement la préparation de la nucléoprotéide (diminution du P jusqu'à 0.07% dans la préparation No 7), tandis que le pour cent de I s'élève jusqu'au maximum (0.97%); en cas d'emploi de $(NH_4)_2SO_4$ semi-saturé, la nucléoprotéide disparaît (se précipite) en même temps que la thyréoglobuline.

En doublant la teneur en iode, on fait diminuer le pour cent de phosphore 11 fois (préparations Nos 5 et 7). Nous avons, par conséquent, le droit de conclure que la préparation la plus pure de la thyréoglobuline (No 7) contient encore un mélange de nucléoprotéide. Selon toute probabilité, le phosphore n'entre pas dans la composition des molécules de thyréoglobuline, mais il appartient au mélange de nucléoprotéide. Une dessalaison simple et triple au sulfate d'ammonium donne des préparations contenant 0.26—0.21% de P et après la purification au moyen d'acide acétique la teneur en P diminue 3—4 fois, tandis que celle en iode n'augmente que de 15—20%. Même après une quadruple précipitation par l'acide acétique la préparation (No 5) contient une trop grande quantité de cendre.

Ainsi, l'étude des préparations de thyréoglobuline des glandes thyroïdes de gros bétail à cornes confirme complètement notre supposition que l'acide acétique précipite non la thyréoglobuline, mais la nucléoprotéide. La teneur en iode de la préparation No 5, quoique moindre que dans le No 4, est pourtant encore très forte. Cela dépend de ce que pendant le traitement prolongé la thyréoglobuline subit une dénaturation [déplacement de l'optimum du pH du dépôt (précipitation)] vers l'alcalinité et la thyréoglobuline dénaturée, contrairement à la thyréoglobuline native, est précipitée par l'acide acétique. En cas d'opération rapide, de dissolution et de précipitation rapide par l'acide acétique, il ne se produit pas de modification de l'optimum du pH dans le sens de l'alcalinité.

Afin d'obtenir des produits de thyréoglobuline plus purs, nous proposons de dégager préalablement la solution des nucléoprotéides au moyen de la précipitation par l'acide acétique, avec le pH optimal, et de dessaler ensuite la thyréoglobuline au moyen de sulfate d'ammonium.

Conclusions. 1. Les préparations les plus pures de thyréoglobuline sont obtenues par dessalaison au sulfate d'ammonium après la précipitation préliminaire de la nucléoprotéide à l'acide acétique.

2. La thyréoglobuline native n'est pas précipitée par l'acide acétique.

3. La thyréoglobuline dénaturée donne un dépôt avec l'acide acétique.

4. En cas de dénaturation de la thyréoglobuline le pH optimum de la précipitation par l'acide acétique est dévié dans le sens de l'alcalinité.

5. La nucléoprotéide se dessale dans une solution semi-saturée de sulfate d'ammonium.

6. La précipitation par l'alcool ne peut pas donner de préparations pures de thyréoglobuline.

Chaire de biochimie.
Institut Chimico-Technologique
de l'Industrie de la viande.
Moscou.

Manuscrit reçu
le 31. XII. 1936.

LITTÉRATURE CITÉE

[1] A. Oswald, ZS. physiol. Chem., **27**, 14 (1899). [2] B. O. Barnes, Proc. Soc. Exp. Biol., **29**, 680 (1932). [3] B. O. Barnes a. Jones, Amer. Journ. Physiol., **105**, 556 (1933). [4] M. Heidelberger a. L. Palmer, Journ. of Biol. Chem., **101**, 433 (1933). [5] B. Groak, Bioch. ZS., **175**, 455 (1926). [6] Briggs, cit. Д. Т. Иоу, Колориметрия, 314, Москва (1935).

Comptes Rendus (Doklady) de l'Académie des Sciences de l'URSS
1937. Volume XIV, № 6

BIOCHIMIE

INFLUENCE DE LA CONGÉLATION SUR LE GONFLEMENT DE LA VIANDE

Par I. A. SMORODINCEV (SMORODINZEW) et S. P. BYSTROV

(Présenté par A. A. Richter de l'Académie, le 15. I. 1937)

L'étude de la capacité des tissus de gonfler dans les solutions aqueuses et salines présente un grand intérêt théorique pour l'examen des problèmes de la perméabilité des tissus, de l'absorption des substances nutritives et médicamenteuses, de la question de la rigidité des tissus après la mort, ainsi que pour la pratique du traitement technologique rationnel des produits alimentaires. L'un des procédés les plus répandus et les plus importants de conservation de la viande consiste dans sa congélation. Partant de ces considérations, nous avons effectué une série d'expériences pour l'étude de l'influence de la congélation sur la capacité de gonflement de la viande. Nous avons réussi à établir une relation intéressante entre le gonflement de la viande et la réaction du millieu, ainsi que la durée de conservation de la viande.

Méthodes de recherches

La masse musculaire d'une cuisse refroidie de vache (24—28 heures après l'abattage), après le prélèvement des échantillons pour déterminer le gonflement de la viande non-congelée, était divisée en blocs du poids de 1.5 kg. environ ($20 \times 10 \times 7.5$ cm) qui étaient congelés dans un appareil de frigorification rapide à la t° de —25° C, enveloppés dans du papier-parchemin et du papier d'étain, puis conservés à la t° de —8° (humidité relative 85—90%) et à la t° de —12°, —18° C (humidité relative 90—95%) pendant 2—6 mois.

La détermination du gonflement était effectuée de la manière suivante: on coupait, dans le sens transversal à la direction longitudinale des fibres musculaires, des morceaux d'environ 1/2 cm^3, du poids de 0.7—1.0 g, on les pesait sur une balance analytique et on les recouvrait dans les boîtes de 20 volumes de tampon de MacIlvaine avec un pH variable de 3.0 à 6.6.

Après une macération de 24 heures le tampon était vidé, on sechait avec précaution le petit morceau à l'aide de papier-filtre et on le pesait. La différence entre le premier et le second poids établie en pour cent du poids initial indiquait le degré de gonflement (ou de perte de poids). Pour déterminer le gonflement de la viande congelée, on en sciait dans le bloc une fine tranche qui était rapidement décongelée entre deux couches de papier-filtre et deux plaques de fonte du poids de 5 kg à la température de chambre. On

coupait ensuite dans la viande décongelée des petits morceaux pour effectuer les expériences concernant le gonflement dans les solutions de tampon.

Partie expérimentale

Les chiffres moyens d'une série de données expérimentales sont indiqués dans le tableau I.

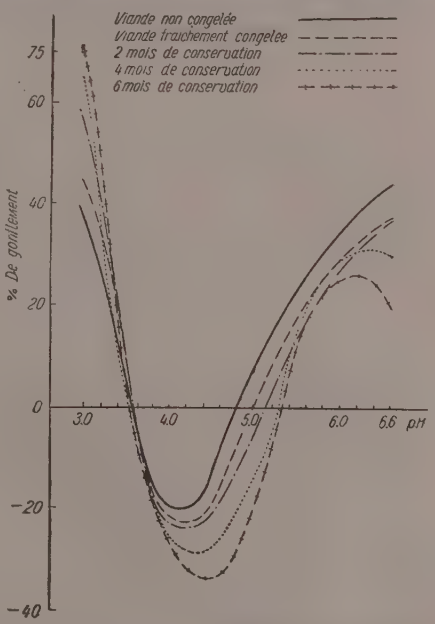
Tableau 1

Dépendance du gonflement (%) de la viande du pH

pH moyen de la réaction	Viande non congelée	Viande fraîche congelée	Changement en compar. avec la viande fraîche	Viande conservée à l'état congelé					
				2 mois	Différence	4 mois	Différence	6 mois	Différence
	1	2		3		4		5	
3.0	+37.39%	+42.51	+5.12	+56.57	+ 9.18	+62.91	+25.5	+67.33	+29.8
3.2	+26.14	+28.63	+2.5	+31.34	+ 5.12	+35.22	+ 9.1	+36.34	+10.2
3.4	+12.8	+13.8	+1.0	+10.8	+ 2.0	+13.7	+ 0.9	+15.9	+ 3.1
3.6	— 1.5	— 2.1	—0.6	— 1.0	— 0.5	— 0.4	— 1.1	— 2.5	— 1.0
3.8	—14.6	—14.1	—0.5	—12.4	— 2.2	—15.4	— 0.8	—14.9	— 0.3
4.0	—19.5	—20.7	—1.2	—21.1	— 1.6	—21.7	— 2.2	—24.6	— 5.1
4.2	**—20.5**	**—22.6**	—2.1	**—23.7**	— 3.2	—25.9	— 5.4	—30.2	— 9.7
4.4	—16.1	—21.3	—5.2	—22.8	— 6.7	**—28.9**	—12.8	—32.9	—16.8
4.6	— 8.3	—16.5	—8.3	—18.4	—10.1	—27.0	—18.7	**—33.7**	—25.4
4.8	— 0.6	— 8.8	—8.2	—12.1	—11.5	—21.0	—20.4	—29.8	—29.2
5.0	+ 9.0	— 2.1	—6.9	— 5.1	—14.1	—16.3	—23.3	—21.4	—12.4
5.2	+16.6	+ 7.73	—8.9	+ 4.7	—11.9	— 6.4	—23.0	— 8.9	—25.5
5.4	+22.52	+15.05	—7.47	+12.84	— 9.78	+10.28	—12.24	+ 8.11	—14.41
5.6	+27.31	+20.95	—6.36	+20.06	— 7.25	+18.98	— 8.33	+17.73	— 9.68
5.8	+31.79	+25.40	—6.39	+25.11	— 6.68	+25.44	— 6.35	+23.51	— 8.28
6.0	+35.29	+29.74	—5.53	+28.93	— 6.26	+29.71	— 5.58	+27.34	— 7.95
6.2	+38.38	+32.47	—5.91	+32.04	— 6.34	+31.27	— 7.11	+26.13	—12.25
6.4	+40.63	+35.00	—5.63	+35.23	— 5.40	+31.18	— 9.45	+24.27	—16.36
6.6	+42.71	+37.21	—5.50	+36.93	— 5.78	+29.23	—13.50	+20.44	—22.27

En examinant la première colonne nous remarquons dans la viande fraîchement congelée le minimum nettement indiqué du gonflement, correspondant au point isoélectrique des principales protéines du plasma musculaire, avec un pH=4.2 (1). L'un des maximums de gonflement est situé du côté alcalin du point isoélectrique, avec un pH=6.0—6.4, et l'autre dans le milieu fortement acide, dont le pH=3.0. La congélation n'a pas d'influence sur la situation des minimums de gonflement (pH=4.2), mais l'intensité du gonflement augmente légèrement en cas des valeurs plus acides du pH, tandis qu'elle diminue dans la direction alcaline en partant du point isoélectrique (colonne 2). Au bout d'une conservation de deux mois le minimum de gonflement reste au même point (pH=4.2), au bout de quatre mois il dévie dans le sens alcalin jusqu'au pH=4.4, et au bout de six mois jusqu'au pH=4.6 (colonnes 4 et 5). Au bout de deux mois l'intensité de gonflement n'augmente que quand le pH=3.0—3.2, et ne change pas quand le pH=6.0—6.6. En cas de conservation ultérieure, le dergré de gonflement avec un pH = =3.0—3.4 augmente progressivement en diminuant peu à peu dans la zone de 6.0—6.6.

Si nous jugeons d'après la situation du point isoélectrique déterminé par la méthode de gonflement, le processus même de congélation ne dénature pas les protéines du plasma musculaire et les protéines natives se conservent inaltérées jusqu'à deux mois de conservation de la viande à l'état congelé. La déviation du point isoélectrique dans le sens alcalin au bout de 4—6 mois indique la dénaturation progressive des protéines à mesure de l'augmentation de la durée de conservation de la viande congelée. Les données de ce tableau sont clairement illustrées par la courbe (figure). Cette courbe indique que dans une zone fortement acide le pour cent de gonflement augmente en allant de la viande frigorifiée à la viande fraîchement congelée et augmente encore plus avec la durée de conservation. Au point minimum de gonflement nous constatons un aspect contraire de l'allure des courbes: une baisse progressive du minimum en allant de la viande non congelée à la viande fraîchement congelée et une déviation du point de courbure dans le sens alcalin en cas de conservation de la viande pendant 4—6 mois. Cette courbe nous permet de juger de la cause de l'intensité de sécrétion du suc: le pH de la viande normale se trouve dans la zone de 6.0—6.2, où se trouve le maximum de gonflement correspondant au minimum de sécrétion du suc.



Vu qu'avec la durée de conservation le pH dévie dans le sens acide, le gonflement diminue et le suc est sécrété en plus grande quantité. Pour vérifier cette hypothèse, nous avons effectué l'expérience suivante: un morceau de viande pesant environ 150 g fut injecté d'une solution de tampon avec un pH=7.0 en proportion de 5% du poids total de la viande, un autre morceau du même muscle fut imprégné de tampon avec un pH=5.6, les deux morceaux furent congelés dans des récipients de caoutchouc dans une saumure à —15° C pendant une heure et demi. Ensuite les deux morceaux furent décongelés à +5° C pendant 48 heures et pesés de nouveau. La perte de poids indiquait le pour cent de perte de suc.

Tableau 2

pH du tampon	Poids de la viande avant la congélation en g	Poids de la viande décongelée en g	% de perte
7.0	133	129.7	2.48
5.6	148	143.2	3.24

Cette expérience montre que l'intensité de gonflement de la viande dépendant du pH exerce certainement une influence sur la quantité de suc sécrété.

La méthode de pesage pour déterminer le gonflement n'est pas très exacte et elle ne nous a pas permis de définir la différence de gonflement de la viande pendant sa conservation à la température de —8° à —18°. Il nous a également été impossible d'établir les différences de gonflement de la viande dépendant de la décongélation brusque ou lente.

Conclusions

1. Le processus de congélation de la viande à —25° C n'a aucune influence sur la capacité de gonflement de la viande dans les solutions de tampon.
2. Le degré de gonflement de la viande dépend considérablement du pH du milieu et atteint son minimum avec un pH=4.2.
3. Le processus de congélation ne déplace pas le point minimum de gonflement, par conséquent, il ne dénature pas les protéines de la viande.
4. La conservation de la viande pendant deux mois à l'état congelé ne déplace pas le point minimum de gonflement.
5. La déviation du point minimum de pH du gonflement de la viande dans le sens alcalin indique la dénaturation commencée des protéines pendant une conservation prolongée, correspondant à la déviation du point isoélectrique des protéines.
6. La méthode de détermination du gonflement de la viande indique que pendant deux mois de conservation de la viande à l'état congelé à —8°, —18°, il ne se produit pas de dénaturation des protéines.
7. En cas de conservation de la viande à l'état congelé pendant 4—6 mois, on observe une déviation augmentant progressivement du point minimum de pH du gonflement, indiquant la dénaturation progressive des protéines.
8. Avec la prolongation de la durée de conservation de la viande congelée sa capacité de gonflement dans un milieu fortement acide augmente (pH= =3.0—3.4) et le degré de gonflement diminue dans le sens alcalin en partant du point isoélectrique avec un pH=6.0—6.6.
9. Avec l'augmentation du gonflement de la viande la sécrétion de suc diminue: par conséquent, la quantité de suc sécrété dépend du pH du milieu; avec un pH=7.0 la quantité de suc sécrété est plus faible qu'avec un pH=5.6

Chaire de biochimie.
Institut Chimico-Technologique
de l'Industrie de la viande.
Moscou.

Manuscrit reçu
le 15. I. 1937.

LITTÉRATURE CITÉE

[1] E. Wöhlisch u. Schrieder, ZS. f. Biol., 83, 265 (1925).

Comptes Rendus (Doklady) de l'Académie des Sciences de l'URSS
1937. Volume XIV, № 6

GEOLOGY

NEW DATA ON THE STRATIGRAPHY OF CAMBRIAN DEPOSITS IN LAKE BAIKAL REGION

By E. V. PAVLOVSKIJ

(Communicated by V. A. Obručev, Member of the Academy, 19. XII. 1936)

The Cambrian deposits, extensively developed throughout Siberia, are most fully represented in the western portion of Lake Baikal region, where they have been studied by a number of geologists, namely: I. D. Čerski, V. A. Obručev, M. M. Tetiajev, V. U. Čerkesov, and others ([1–6]).

In spite, however, of the large volume of investigations dealing with the lower portion of Baikalian Paleozoic rocks, their stratigraphy has until quite recently been a matter of controversy. The divergence of age estimates of various complexes is due to the fact that no exact evidence, based on actual observation, is available as to the interrelations of the various members of such complexes. There is only one exhaustive description based on actually observed facts. It is a description, made by M. M. Tetiajev, of the contact of the cream-coloured limestones of Goloustnaya series, overlying transgressively crystalline rocks of undoubtedly Cambrian origin, observed by him in Goloustnaya district.

The intercontacts of the overlying series have been variously treated, the discussion being based on indirect inferences only.

The table given below (compiled by V. A. Obručev for the latest edition of «The Geology of Siberia») is a synopsis of divergent literary opinions as to the stratigraphy of the Lower Paleozoic rocks.

V. A. Obručev		M. M. Tetiajev	
1. Motski horizon Cm_1.			
2. Ushakov series Cm_1	or greenish-red Proterozoic series	1. Ushakov series 2. Kachergat series	Cm_1
3. Kachergat series 4. Uluntai series Goloustnaya series	Proterozoic	3. Uluntai series 4. Goloustnaya series	Cm_1

The observations made by the writer in various parts of the western shore of Lake Baikal afford sufficient evidence to justify a final conclusion as to the stratigraphy of Cambrian deposits in Lake Baikal region. Of the greatest importance are the observations made on the banks of B. Buguldeikariver, in the system of Kurtun, Anga and Ungura rivers in the western part of Lake Baikal region. The rocks of Ushakov series are extensively developed in this district, where they form in plan a belt of a nord-east strike.

In the south-west, the belt of Ushakov rocks marges into the area of development of the same rocks in the basin of Goloustnaya river, the district investigated by M. M. Tetiajev.

The composition of Ushakov series is fairly uniform. Fine- and medium-grained greenish-grey sandstones of the grauwacke type predominate. Subordinated to the grauwacke sandstones are fine and coarse conglomerates usually occurring in the sandstones in lenses of varying size. Some conglomerate lenses do not exceed a few centimetres in thickness and peter out in both directions along the strike, which is visible even in small outcrops. On the other hand, thick seams of coarse conglomerates of an intra-formation nature occur locally in the grauwacke series. The conglommeate seams, sometimes as much as 50 metres in thickness, display an obvious tendency to peter out rapidly along the strike. They do not seem to be invariably associated with any definit horizon of the grauwacke series, occupying as they do varying stratigraphic levels within the latter as a number of streaks of non-uniform strike, which could not possibly be used as datum levels in surveying. The Ushakov series also contains argillaceous shales as streaks of varying thickness, from scores of metres down to a few centimetres. The argillaceous shales are mainly associated with the upper portion of the grauwacke series, the lenses and streaks of conglomerates chiefly occurring in its base. Microscopically, the grauwackes are mainly non-uniformly granulated rocks, the clastic material of which is but little rounded, if at all. The psammitic and psephitic components of the grauwackes are mainly represented by quartz and various quartzites. Not less often are encountered feldspars, mainly albite, and, less frequently, potassium feldspar (latticed microcline). A characteristic feature of the clastic material is the presence therein of fairly large quantities of compact or uralite hornblende. The above minerals are the main components of the grauwackes, which also contain a fairly large number of other minerals of secondary importance.

The coarse-grained bodies and conglomerates usually contain fragments and pebbles varying in size from a few millimetres to 10—15 cm and showing the following composition: Archaean alaskite granites, various specimens of acid eruptive rocks and of the Proterozoic gabbro-diorite formation, quartzites, arkoses and quartzite shales, encountered *in situ* in the district in question and forming part of Goloustnaya series and partly (quartzite shales) belonging to the Archaean formation. There are also some garnet shales, Archaean crystalline limestones, phyllites and some dark finely-crystalline limestones characteristic of Uluntui series, as also some deschistosed ceratophyres forming part of Goloustnaya series.

The pebbles and coarse fragments of the grauwackes and the grauwacke conglomerates contain specimens of all the principal rocks both of the Archaean and the more recent series (e. g., Goloustnaya series, Ushakov series and of eruptive rocks associated with those series. Of great interest is the absence of any exotic rocks among the debris of the grauwackes, i. e. of any rocks that are not to be found *in situ* at some point or other of the district. This would indicate that the area of the erosion, which has resulted in a vast accumulation of Ushakov series rocks, was situated here.

The cementing paste of the grauwackes is as a rule a clayey one; it has practically not been metamorphosed. Nor have any traces of recrystalization been discovered in the coarse debris of the grauwackes.

The field observations made in 1934 in the basins of Buguldeika and Unga rivers have shown that the grauwacke complex does not everywhere overlie the Kachergat series. At the very source of Ungura river, practically at the

valley connecting the Ungura and Uspan rivers, there are a number of outcrops of the grauwackes of Ushakov series; along the descent towards Uspan river, the grauwackes are replaced by alluvial deposits and outcrops of dark limestones containing *Collenia baicalica* Masl., seaweeds which are characteristic of Uluntai series. At this point, the whole of the Kachergat series disappears from the section. A similar sequence of rocks may be seen on the right bank of Buguldeika river, below Kosaya Step village. Here, the Ushakov rocks make up the upper and the medium portions of the rather low primary sides of the river Buguldeika valley, while the lower portions of the slopes are composed of seaweed-containing limestones of the Uluntai series. Round Umbur village, lying on Anga river, on the watershed between Gamaryan creek and Anga river, the following sequence of rocks is observed going from west to east: the wide area of development of grauwackes extending from Kosaya Step village down to Gamaryan creek, merges, on the left hand bank crest of the creek, into an eluvial deposit of coarse sharp-edged slabs and fragments of red Archaean alaskite granite. Nearer to Anga river appear the basal strata of Goloustnaya series, the lower part of which is made up of peculiar conglomerates with pebbles and boulders of the same ancient granites. All the observations would seem to indicate that the grauwackes may lie immediately over the old Archaean foundation. There are no indications of the tectonic nature of the interrelation of the grauwackes and the Archaean granites.

The grauwackes, which, at that point, rest on old granites, were first seen by I. D. Čerski, who, for some reason or other, referred the characteristic rocks of Ushakow series, developed here, to the Jurassic age.

If we now remember the composition of the grauwackes debris, which contains specimens of all the principal rocks not only of the Archaean complex, but also of Goloustnaya, Uluntui and Kachergat series, the general nature of the occurrence of the Ushakov grauwacke-conglomerate series on the underlying rocks becomes quite clear. The Ushakov series evidently overlies transgressively a plicated foundation made up by Goloustnaya, Uluntui and Kachergat series, locally denuded down to complete destruction, so that the grauwackes sometimes rest on the oldest Archaean rocks.

There is therefore a body of evidence that would warrant the assumption of a more recent origin of Ushakov series as compared with the lower-lying members of the normal Baikal region section. This would agree with the opinions of all the previous investigators. We must further more point out the existence of a considerable break between Uschakov and Kachergat series, which is at variance with M. M. Tetiajev's scheme, but is confirmed by V. A. Obručev's opinion on the point.

The lower age limit of Ushakov series is quite clearly defined. We shall now set forth the newly ascertained data as to the contact of Ushakov series with the overlying rocks. This problem has now been definitely solved owing to the investigations made for the purpose this year. The writer made some detailed observations in the magnificent outcrops of river Kurtun valley. Above Kurtun village, the river enters the area of the grauwacke rocks of Ushakov series, which form at this point a number of folds of a nord-east trike, with a definite tendency to a nord-west reversal. Some seven kilometres above Kurtun village, around Kurtun settlement, in the flexure of a compressed syncline reversed to the north-west, the following sequence of rocks has been found to overlie with perfect conformity the grauwacke sandstones containing small rounded pebbles of black argillaceous shales, viz.

a) Streaked green-grey sandy shales. Thickness, 8 m.

b) Conformably overlying these, is an alternation of cherry-red and olive-green sandy shales, containing minute spangles of light-coloured mica. Thickness, 50 m.

c) A series of the same cherry red and olive-green sandy shales, with streaks of dark, fetid, coarsely lamellated limestones; thickness, 1—1.5 m. Total thickness 20, m.

d) Resting conformably on these are cherry-red and olive-green sandy shales with mica. Thickness 30, m.

e) An alternation of cherry-red and olive-geen sandy shales with dark lamellated limestones. The thickness of some limestones seams reaches 2 m. The total thickness of the series is 30 m

f) These are conformably overlaid by light grey thinly lamellar calcareous shales, with thin streaks and lenses of dark limestones. Total thickness of the series, 60 m.

g) Resting conformably upon these are coarsely-lamellar buff-grey dolomites. The dolomites occur in the flexure of the syncline. Their thickness at this point is at least 75 m.

Higher up along Kurtun river, near Tungus village, the grauwackes reappear in the flexure of the syncline, while in the next syncline they are replaced by the whole series of the rocks described above down to the dolomites. Above the Tungus village, these latter extent right through up to the source of Kurtun river. They also make up the Onot watershed and the upper reaches of Harata river. Below Harata settlement, the dolomite complex, whose plication becomes markedly flattened out going westward, merges into typical red-coloured rocks of the Upper Lena horizon of the Upper Cambrian age. There is no doubt that the dolomite complex described above belongs to the Middle Cambrian age.

The above observations justify the conclusions that the dolomite complex of Middle Cambrian age rests conformably on a series of cherry-red and olive-green sandy shales containing in its upper part streaks of limestones and calcareous shales. This series, of a thickness of about 200 m, can be stratigraphically compared with the Motski horizon of the Lower Cambrian. The Ushakov series seems to represent the basal Cambrian strata, apparently limited in their southward and northward extension. This is the local south-baikalian series of basal Lower Cambrian strata.

The above observations made on Kurtun river testify to the correctness of V. U. Čerkesov's observations, which have unfortunately not yet been properly worked up.

The new evidence now available would suggest that the boundary line between Lower Cambrian rocks and Proterozoic rocks ought to be drawn along that great break which now exists between Ushakov and Kachergat series. The Goloustnaya, Uluntai and Kachergat series should therefore be referred to Pre-Cambrian formations.

The stratigraphy of Pre-Cambrian and Cambrian rocks in the Lake Baikal region, as outlined by Academician V. A. Ohručev, is fully confirmed by the new body of evidence based on actual observation.

Geological Institute.
Academy of Sciences of the USSR.
Moscow.

Received
19. XII. 1936.

REFERENCES

[1] И. Д. Черский. Изв. В. Сиб. О. Р. геогр. о-ва по общ. геогр., IX, № 1—2, 5—6 (1878); XI, № 1—2 (1880); XII, № 2—3 (1881); Записки Р. геогр. о-ва по общ геогр, XV, № 3 (1886), В. А. Обручев, Записки В. Сиб. О. Р. Геогр. о-ва по общ геогр., II, вып. I (1892). [3] Э. Толль, Записки Минер. о-ва, 33, вып. 1 (1895 Зап. Ак. Наук, VIII С, VIII, № 10 (1899). [4] В. А. Обручев, Тр. СОПС и Гео ин-та Акад. Наук СССР (1932). [5] М. М. Тетяев, Вестн. Геол. ком., № 3 (192 Мат. общ. и пр. геол., вып. 2 (1916). [6] В. Ю. Черкесов, Сведения об исследованиях 1927 г. в бассейне р. Лены, Отчет Геол. ком. за 1926/27 (1929).

Comptes Rendus (Doklady) de l'Académie des Sciences de l'URSS
1937. Volume XIV, № 6

CRISTALLOGRAPHIE

SUR LA DISTRIBUTION DES VALEURS ANGULAIRES DANS LES CRISTAUX

Par ŠAFRANOVSKIJ (CHAFRANOVSKY)

(Présenté par A. E. Fersman, de l'Académie, le 14. I. 1937)

Dans mon article «Distribution des distances polaires dans les cristaux des systèmes moyens»(1) est donné le nombre de toutes les formes, sans exception, à faces inclinées correspondantes à telle ou telle distance polaire dans les substances trigonales, tétragonales et hexagonales. Comme base du calcul ont été prises les données, rassemblées dans le «Tableau méthodique des cristaux» de Boldyrew et Dolivo-Dobrowolski, œuvre prête à paraître. Les faces horizontales et verticales, de même que quelques formes incertaines, n'ont pas été prises en considération. Les résultats du calcul, égalisés d'après la méthode «de la fenêtre glissante» (intervalle ou fenêtre de 51 lignes d'après la verticale) (2) sont représentés en forme de trois courbes, ayant un maximum pour chaque syngonie à part (dans le cas, où l'intervalle est moins grand, on obtient des courbes, ayant plusieurs maxima).

Ainsi nous sommes parvenus à fixer que les seuls maxima possibles de ces trois courbes coïncident à un degré près.

Le maximum des cristaux trigonaux correspond à 55°, celui des cristaux tétragonaux à 54° et celui des cristaux hexagonaux à 54°.

Nous obtenons des résultats analogues pour les moyennes arithmétiques des distances polaires. La moyenne arithmétique de 1429 formes à faces inclinées, vues sur 614 substances trigonales, est égale à 54°; celle de 1057 formes, observées sur 602 substances tétragonales, correspond à 52° et celle de 488 formes, vues sur 456 substances hexagonales, est égale de même à 52°.

Il est à remarquer que les maxima obtenus et égalisés, de même que les moyennes arithmétiques, ne peuvent correspondre aux distances polaires réelles. On peut seulement affirmer que ces dernières se disposent en quantités égales des deux côtés des angles mentionnés. De plus ces résultats montrent que la différence fortement prononcée des structures hexagonales, d'un côté, et des structures tétragonales de l'autre, disparaît complètement. Les angles mentionnés étant près de 54° 44′, on pourrait supposer la présence des cristaux voisins du type isométrique, ce qui expliquerait la chose.

En effet la distance polaire $\{111\}$ d'un cristal cubique, ayant la position cubique ordinaire, correspond à 54° 44′; la distance polaire $\{100\}$, concernant le même cristal cubique, ayant une position trigonale, correspond de même

à 54° 44′. Les résultats analogues, obtenus pour les cristaux hexagonaux, ne trouvent point d'explication.

L'epxlication donnée est loin d'être satisfaisante, vu que toutes les faces inclinées en général ont été prises en considération et non seulement celles qui correspondent aux plus compacts réseaux. D'ailleurs dans notre cas la syngonie hexagonale est omise et, par conséquent, l'explication donnée, qui doit être générale pour toutes les trois syngonies, ne l'est point. Donc, on pourrait admettre la supposition suivante: l'immense quantité de faces inclinées à différentes distances polaires, prises en considération, peut être rapprochée d'une sphère, sur la surface de laquelle est disposée d'une manière plus ou moins égale une quantité de petites surfaces planes. C'est pourquoi la distance polaire moyenne de telles faces doit être proche de celle du nombre infini de ces surfaces planes, qui couvrent la sphère d'une manière plus ou moins égale. La distance polaire, mentionnée ci-dessus, correspond évidemment à la parallèle, qui divise la surface de l'hémisphère en deux zones dont l'aire doit être égale. Cette parallèle correspond à la distance polaire de 60°. Cependant l'examen de la distribution des distances polaires démontre que cette dernière ne peut être considérée comme égale. Cela est confirmé par les trois tables qui suivent et qui présentent la distribution des nombres de formes simples d'après les décades de degrés des distances polaires.

Cristaux trigonaux		Cristaux tétragonaux		Cristaux hexagonaux	
Distance polaire (ρ)	Nombre des formes	Distance polaire (ρ)	Nombre des formes	Distance polaire (ρ)	Nombre des formes
0° —10°	12	0° —10°	11	0° —10°	0
10°1′—20°	32	10°1′—20°	24	10°1′—20°	10
20°1′—30°	108	20°1′—30°	83	20°1′—30°	45
30°1′—40°	200	30°1′—40°	150	30°1′—40°	85
40°1′—50°	242	40°1′—50°	186	40°1′—50°	88
50°1′—60°	235	50°1′—60°	252	50°1′—60°	104
60°1′—70°	260	60°1′—70°	210	60°1′—70°	85
70°1′—80°	237	70°1′—80°	121	70°1′—80°	55
80°1′—90°	105	80°1′—90°	20	80°1′—90°	16

Il est évident, d'après ces tables, que la croissance des nombres de formes, correspondant à telle ou telle décade de degrés des distances polaires, se conforme à quelque loi.

La quantité maximale des ces formes tombe également pour les syngonies tétragonales et hexagonales sur la décade 50°1′—60°. Les cristaux trigonaux font exception, ayant deux maxima correspondants aux décades 40°1′—50° et 60°1′ —70°, tandis que le plus petit nombre, qui est disposé entre les deux maxima, correspond aux 50°1′—60°. Un fait semblable a été signalé par Fedorov dans l'article «Sur la formation des tables servant à l'analyse cristallo-chimique»(3). D'après Fedorov les courbes, qui correspondent aux distributions des nombres principaux ont des enfoncements pour les membres isotropes (ces derniers correspondent aux formes cubiques et sont, par conséquent, exclus). Il en résulte qu'à la place des maxima attendus on obtient de nouveaux minima entre deux maxima particuliers.

En tout les cas ces tables démontrent incontestablement, qu'il n'est pas possible d'égaler le nombre complet des faces calculées à la surface d'une sphère recouverte également d'une quantité innombrable de petites surfaces planes.

Ainsi, il faut en convenir, que la conformité des résultats de nos calculs, concernant toutes les trois syngonies, fait question. Mais il n'est point dépourvu d'intérêt que l'angle 54° 44′ est connu non seulement en cristallographie, mais aussi en hydrodynamique, où il a son importance spéciale, comme nous le montrent les données que j'ai pu extraire de l'article de V. V. Šulejkin (4).

Voici ce que nous y trouvons.

Supposons que deux sphères, ayant les rayons r_1 et r_2 se meuvent dans un liquide, dont la densité est σ; la distance momentanée entre les deux sphères est L. La vitesse de la première sphère est v_1, celle de la seconde— v_2. D'après K. Bierkness (5), les deux sphères agissent l'une sur l'autre avec une force f:

$$f = \pi \cdot \sigma \cdot v_1 v_2 \frac{r_1^3 r_2^3}{L^4} [\cos(v_1,\ v_2) + 3\cos(v_1,\ L)\cos(v_2,\ L)]. \qquad (1)$$

Entre parenthèses sont les angles des vitesses v_1 et v_2 entre celles-ci et la droite qui unit les centres des deux sphères. La formule se simplifie dans le cas particulier, où les rayons des deux sphères sont égaux et où elles se meuvent dans la même direction avec une vitesse égale v.

$$f = \pi \cdot \sigma \cdot v^2 \cdot \frac{r^6}{L^4} [1 - 3\cos^2 \alpha]. \qquad (2)$$

α designe l'angle entre la direction de la vitesse du mouvement et la droite qui unit le centre de la sphère de derrière avec celui de la sphère de devant.

D'après la formule (2) la force f est égale au zéro quand l'angle α est égal à

$$\alpha_0 = \arccos \sqrt{\frac{1}{3}}.$$

Il en résulte que les forces réciproques entre les sphères sont absentes quand l'angle α est égal à

$$\alpha = 54°44'.*$$

Dans le cas où l'anlge α est plus grand que 54° 44′, la partie droite de la seconde équation (2) a un signe positif, et avec cela les deux sphères en mouvement sont attirées l'une vers l'autre.

Les forces de l'attraction atteignent la grandeur maximum, quand α est égal à 90° (dans ce cas les deux sphères se meuvent dans la direction perpendiculaire à la ligne qui unit les deux centres).

La distance L est un nombre constant:

$$f_{\perp} = \pi \cdot \sigma \cdot v^2 \frac{r^6}{L^4}.$$

Dans le cas où l'angle α est plus petit que 54° 44′, la partie droite de l'équation (2) a le signe négatif et les deux sphères se repoussent mutuellement avec la force qui atteint son maximum quand α est égal au zéro: $\alpha = 0$. Dans ce dernier cas la sphère qui se trouve en arrière, suit exactement celle qui est devant:

$$f_{\parallel} = -2\pi \cdot \sigma \cdot v^2 \frac{r^6}{L^4}.$$

Il s'ensuit que pour écarter les forces d'attraction et de répulsion mutuelles, les deux sphères doivent se mouvoir de telle manière que l'angle entre la ligne qui unit les deux centres et la direction du mouvement soit égal à 54° 44′.

---

* Dans l'article de Šulejkinla valeur de l'angle α_0 est quelque peu arrondie; $\alpha_0 = 54°40'$.

On voit, donc, que l'angle critique correspond exactement à la distance polaire d'un octaèdre, ce qui s'ensuit des formules correspondantes. On trouve la distance polaire d'un octaèdre d'après la formule suivante:

$$\operatorname{tg} \rho_0 = \sqrt{2}.$$

Nous avons eu déjà pour l'angle α_0 l'expression suivante:

$$\alpha_0 = \operatorname{arc\,cos} \sqrt{\frac{1}{3}}.$$

Nous savons que

$$\operatorname{arc\,tg} \sqrt{2} = \operatorname{arc\,cos} \sqrt{\frac{1}{3}}.$$

De là

$$\rho_0 = \alpha_0 = 54°44'08''.$$

Il semble naturel de voir une certaine analogie entre les sphères égales, se mouvant dans la même direction dans un liquide, et les atomes ou ions, se trouvant dans une dissolution et se précipitant vers le germe cristallin.

Représentons schématiquement le germe cristallin par une droite.

Deux parcelles élémentaires égales, se trouvant dans le même plan (les atomes, les ions) sont attirées dans la direction de la normale. L'angle entre la normale à la droite (direction du mouvement) et la droite qui unit les centres des deux parcelles est égal à 54°44′, dans le cas où il n'y a plus de forces mutuelles entre les parcelles. Les parcelles dans ce cas présentent un genre de fragment indépendant (le germe) d'une rangée cristalline. L'angle entre la normale à la droite unissant les deux parcelles et la direction de leur mouvement est aussi égal à 54° 44′.

Du moment où les deux parcelles et la droite coïncident, l'angle entre la normale à la ligne qui unit les centres des parcelles et la droite doit s'écarter de 54°44′ dans l'une des deux directions. Tous ceci n'est qu'un schéma grossier construit en plan et ne peut être concidéré, que comme une supposition approximative et peu exacte.

Néanmoins la coïncidence de l'angle 54°44′ en hydrodynamique et en christallographie a assez d'importance, semble-t-il, pour attirer l'attention.

Le but de mon article est de signaler la dite coïncidence.

Bureau de cristallographie.
Université de Léningrad.

Manuscrit reçu
le 14. I. 1937.

LITTÉRATURE CITÉE

[1] И. И. Шафрановский, Записки Минералогического об-ва, XV, 55 (1936); также I. I. Schafranowsky, ZS. fur Kristallographie, **94**, 33—39 (1936). [2] А. и О. Шубниковы, Труды Мин. музея Ак. Наук, 1—34. [3] Е. С. Федоров, Записки Горного института, II 259 (1910). [4] W. W. Schouleikin, Bull. Acad. Sci. URSS, № 6—7, 985 (1935). [5] C. A. Bjerknes, Repertorium der reinen und angew. Math., **1**, 264 (1887).

Comptes Rendus (Doklady) de l'Académie des Sciences de l'URSS
1937. Volume XIV, № 6

MICROBIOLOGIE

ÜBER DIE ERSTEN STADIEN DER ZELLULOSEZERSETZUNG DURCH *SPIROCHAETA CYTOPHAGA*

Von M. S. LOICJANSKAJA

(Vorgelegt von G. A. Nadson, Mitglied der Akademie, d. 2. I. 1937)

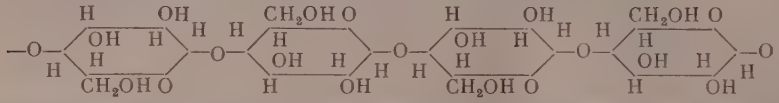
Unter den mannigfaltigen zellulosezersetzenden Mikroorganismen nimmt der zuerst von Hutchinson und Clayton(1) eingehend studierte aerobe Mikroorganismus—*Spirochaeta cytophaga*—durch seine Aktivität und Verbreitung im Boden die erste Stelle ein. Nach den Angaben der genannten Autoren wird die Zellulose unter der Einwirkung von *Spirochaeta cytophaga* in eine gelbe schleimige, die Fehlingsche Lösung nicht reduzierende Masse verwandelt, welche flüchtige Säuren, hauptsächlich Buttersäure enthält.

Winogradsky(2), welcher die Produkte der Zellulosezersetzung unter der Einwirkung desselben Mikroorganismus studierte, stellte fest, dass die Zellulose in eine kolloidale Verbindung übergeführt wird, welche einige Eigenschaften mit der Oxyzellulose gemein hat; letztere ist jedoch nur ein Zwischenprodukt, welches weiterhin in ein konstantes Endprodukt umgewandelt wird.

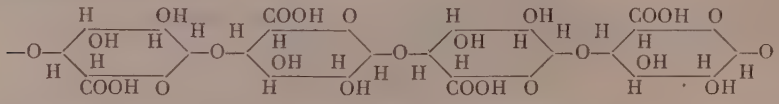
Wir stellen uns zur Aufgabe, die biologische Zersetzung der Zellulose durch die Einwirkung eines aus Teichschlamm isolierten höchst aktiven Stammes der *Spirochaeta cytophaga* zu studieren. Letzterer wies als Begleitmikroben in geringer Menge ein kleines Stäbchen auf, welches unfähig war, selbständig auf Zellulose einzuwirken. Das von uns erhaltene schleimige, gelbe Zersetzungsprodukt war in Wasser, Äther und Alkohol unlöslich. Es löste sich in 1%-iger NaOH-Lösung. Nach dem Neutralisieren wurde die Lösung trübe, beim Ansäuern bildete sich ein flockiger Niederschlag. Flüchtige und nicht flüchtige Säuren konnten wir in unserem Produkte nicht nachweisen; Fehlingsche Lösung wurde nicht reduziert. Beim Zufügen von Glykose zum gewöhnlichen Nährboden, erwies sich, dass sogar geringe Mengen derselben bis 0.05% eine toxische Wirkung auf *Spirochaeta cytophaga* ausüben. Beide obenerwähnten Erscheinungen schliessen die Voraussetzung einer Hydrolyse der Zellulose mit nachfolgender Verwertung der entstandenen Glykose aus.

Winogradsky (3) ist der Ansicht, dass die *Spirochaeta cytophaga* keine Hydrolyse des Zellulosemoleküls hervorruft, sondern dasselbe nur oxydiert. Dieser Prozess kann über ein der Oxyzellulose nahestehendes Zwischenprodukt zum Entstehen eines huminartigen Endproduktes führen. Nach der zurzeit von Meyer und Mark (4) röntgenoskopisch und chemisch begründeten

Mizellartheorie kann für die Zellulose folgende Formel angeführt werden: $[(C_6H_{10}O_5)\,x]\,y$, wobei x—der Polymerisationskoeffizient—von 60 bis 100 und y—der Assoziationskoeffizient—von 40 bis 60 geht, oder:

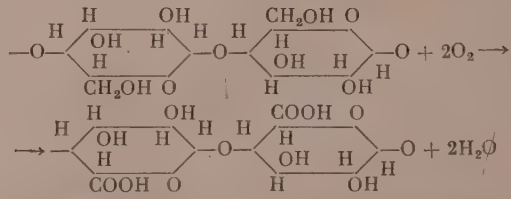


Eine Reihe von Verbindungen, welche der Zellulose nahestehen und sich in Pflanzengeweben befinden, besitzen nach der Ansicht von Meyer und Mark eine ähnliche Struktur. Zu diesen Verbindungen gehören die Pentosane und die Polyglukuronsäure, welche sich von der Zellulose nur dadurch unterscheidet, dass die sich aussen befindenden CH_2 OH-Gruppen zu Karboxylgruppen oxydiert sind.



Polyglukuronsäure ist von Kalb und Falkenhausen ([5]) durch Oxydation mit Permanganat der im Schweizerreagens gelösten Zellulose erhalten worden. Das Entstehen von Polyglukuronsäre war nur im Falle einer langsamen, gleichmässigen Oxydation der ganzen Mizelle möglich. Bei energischer Oxydation entsteht jedoch die sog. Oxyzellulose.

Ganz fraglos haben wir es bei der Einwirkung von *Spirochaeta cytophaga* auf Zellulose mit einem Oxydationsprozesse zu tun. Wenn man annimmt, dass *Spirochaeta cytophaga* auf das ganze Zellulosemolekül einwirkt, ohne es zu hydrolysieren, so kann man annehmen, dass auch hier ebenso wie bei der chemischen Oxydation zuerst eine Oxydation der freien Alkokholgruppen eintritt, was zur Bildung von Polyglukuronsäure führt. Das erste Stadium der Zellulosezersetzung kann somit durch folgende Reaktion ausgedrückt werden:



Die Polyglukuronsäure besitzt kein Reduktionsvermögen. Durch Hydrolyse entsteht Glukuronsäure; Aldehydgruppen werden frei—wodurch Reduktionsfähigkeit sich einstellt.

Wie bereits oben erwähnt, reduziert das gelbe schleimige Umwandlungsprodukt der Zellulose Fehlingsche Lösung nicht. Nach der Hydrolyse liess sich jedoch beständig eine bedeutende Reduktion der Fehlingschen Reagenslösung feststellen.

Der I. Versuch wurde folgendermassen angestellt: Siliciumplatten wurden mit Mineralsalzlösung durchtränkt und mit einem runden Filtrierpapierstück bedeckt. Das Gewicht des Papiers betrug 4.39 g. In ein Reagensglas mit sterilem Wasser wurde eine beträchtliche Menge des Impfmaterials gebracht, durchgeschüttelt und die Suspension mit einer Pipette auf das Filtrierpapier aufgespritzt und mit einem Glasspatel gleichmässig verteilt, so dass die ganze Oberfläche des Papiers infiziert wurde.

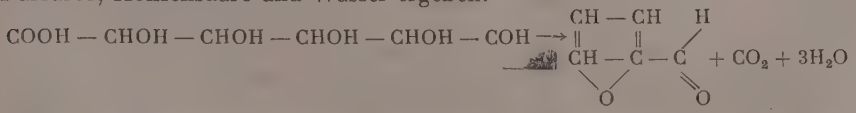
Die auf diese Weise angelegten Kulturen wurden im Thermostat bei 30° C gehalten. Nach 48 Stunden liessen sich bereits einzelne gelbe Flecke wahrnehmen; nach 72—80 Stunden wurde das ganze Papierstück gelb. Die gelbe, schleimige Masse wurde nach 10 Tagen in 150 cm³ heisser 1%-iger NaOH-Lösung gebracht, die erhaltene etwas trübe Lösung zweimal filtriert und mit Schwefelsäure neutralisiert. Ferner wurde die Reduktionsfähigkeit nach der Methode von Bertrand geprüft. Zu diesem Zwecke wurde die Lösung in 4 Proben zu je 50 cm³ geteilt. In einer Probe wurde die Reduktionsfähigkeit ohne vorhergehende Hydrolyse geprüft. Zur zweiten Probe wurden 3 cm³, zur dritten—10 cm³ 10%-iger Schwefelsäurelösung und zur vierten—10 cm³ konzentrierter Schwefelsäure zugefügt. Die drei letzten Proben wurden im Laufe von einer Stunde im kochenden Wasserbade gehalten und sodann ihre Reduktionsfähigkeit bestimmt. Die Resultate sind in Tab. 1 angeführt.

Tabelle 1

№ der Probe	Zugesetzte H_2SO_4 in cm³	Reduziertes Kupfer in mg	Glukuronsäure nach der Berechnung in mg
1	0	0	0
2	10(5%)	47.90	25.86
3	10(10%)	63.92	35.00
4	10 (konzentr.)	200.07	114.20

Wie aus der Tab. 1 ersichtlich ist, wächst die Reduktionsfähigkeit bei zunehmender Intensität der Hydrolyse, was darauf hinweist, dass bei der Hydrolyse eines alkalischen Auszuges aus dem Produkt aerober Zellulosezersetzung Fehlingsche Lösung reduzierende Stoffe gebildet werden.

Wir nahmen an, dass dieser Stoff Glukuronsäure ist, welche bei der Hydrolyse aus Polyglukuronsäure entsteht. Für alle Uronsäuren ist es charakteristisch, dass sie beim Erwärmen mit Salzsäure zersetzt werden und Furfurol, Kohlensäure und Wasser ergeben.



Um sich davon zu überzeugen, dass hier Polyglukuronsäure gebildet wird, musste gezeigt werden, dass beim Erwärmen des Umwandlungsproduktes mit Salzsäure Furfurol entsteht. Die Bestimmung wurde nach der Methode von Kröberg-Tollens durchgeführt.

Bei der Kontrollbestimmung wurde festgestellt, dass das zum Versuch verwandte Filtrierpapier geringe Mengen von Verbindungen enthält, welche beim Erwärmen mit HCl 0.34% Furfurol ergeben.

Die Versuchsordnung war dieselbe wie im erwähnten Versuche.

In der erhaltenen gelben, schleimigen Masse wurde der Furfurolgehalt nach der Methode von Kröberg-Tollens bestimmt. Nach dem Gewicht des Furfurolphlorogluzids wurde die Menge des entsprechenden Furfurols berechnet (Tab. 2).

Bei der Einwirkung von *Sp. cytophaga* auf Zellulose wächst (im Verhältnis zur unveränderten Zellulose) die Menge des sich bildenden Furfurols, welche in einem Versuche bei der Berechnung auf Glukuronsäure 2.44% der zum Versuch angewandten Zellulose beträgt.

Tabelle 2

Gewicht des Papiers vor der Zersetzung in g	Furfurolphlorogluzid in mg	Furfurol in		Glukuronsäure nach der Berechnung in	
		mg	%	mg	%
3.61	84.4	28.0	0.77	66.6	1.66
4.1	51.5	29.4	0.72	59.8	1.70
4.13	71.6	39.7	0.96	80.2	1.94
4.02	88.5	48.7	1.21	98.4	2.44

Da jedoch bei der Zersetzung von Glukuronsäure ausser Furfurol noch Kohlensäure entsteht, wurde auch die Menge der sich dabei ausscheidenden Kohlensäure nach der Methode von Lefeure-Tollens bestimmt. Die Bestimmung der sich aus unverändertem Filtrierpapier ausscheidenden CO_2-Menge ergab einen Gehalt von 0.55 % in der Kontrolle.

Zur Bestimmung der sich aus dem Zersetzungsprodukte der Zellulose ausscheidenden Kohlensäure wurde eine Reihe von Versuchen, wie oben erwähnt, angelegt. Die Resultate sind in Tab. 3 angeführt.

Tabelle 3

Gewicht des Papiers vor der Zersetzung in g	Ausgeschiedene CO_2-Menge in	
	mg	%
4.08	44.68	1.09
4.16	39.31	0.96
4.82	59.59	1.23

Aus den Resultaten geht hervor, dass bei der Zellulosezersetzung die Menge der beim Erwärmen mit Salzsäure Kohlensäure ausscheidenden Stoffe zunimmt.

Aus dem in Lauge gelösten Produkt aerober Zellulossezersetzung durch *Sp. cytophaga* entsteht nach der Hydrolyse mit Säure eine Verbindung, welche Fehlingsche Lösung reduziert. Das Entstehen von Furfurol aus dieser Verbindung und ferner die Steigerung der Kohlensäureausscheidung beim Erwärmen mit Salzsäure führen zu der Vermutung, dass das erste Stadium der Zellulosesersetzung durch *Sp. cytophaga* eine Oxydation derselben zu Polyglukuronsäure ist. In den weiteren Stadien der Zersetzung wird die Polyglukuronsäure Veränderungen unterworfen, welche noch studiert werden sollen.

Vorliegende Arbeit ist unter der Leitung von Professor N. N. Iwanow, welchem der Autor an dieser Stelle seinen innigsten Dank ausspricht, durchgeführt worden.

Mikrobiologisches Laboratorium
der Staatsuniversitat.
Leningrad.

Eingegangen
d. 2. I. 1937.

ZITIERTE LITERATUR

[1] Hutchinson a. Clayton, Agr. Science, 9 (1919). [2] S. Winogradsky, Extrait des Annales de l'Inst. Pasteur, XLIII (1929). [3] S. Winogradsky, Extrait das Annales de l'Inst. Pasteur, XXX (1932). [4] Meyer u. Mark, Monogr. (1932). [5] Kalb u. Falkenhausen, Ber. der. Deutsch. chem. Gesell., 60, 11 (1927).

Comptes Rendus (Doklady) de l'Académie des Sciences de l'URSS
1937. Volume XIV, № 6

MICROBIOLOGY

THE INFLUENCE OF BACTERIZATION OF FLAX-SEED ON THE SUSCEPTIBILITY OF SEEDLINGS TO INFECTION WITH PARASITIC FUNGI

By D. NOVOGRUDSKIJ, E. BEREZOVA, M. NACHIMOVSKAJA and M. PERVIAKOVA

(Communicated by G. A. Nadson, Member of the Academy, 16. I. 1937)

In studying the antagonistic interrelations of microorganisms in soil, our attention was attracted by bacterial antagonists of soil fungi. Some of these bacteria are only able to delay or depress the development of soil fungi, others—destroy actively and lyse the already grown mycelium. These properties of bacterial antagonists led us to the idea of bacterizing the seeds, i. e. treating them with bacteria for protecting them against parasitic fungi.

We give the name of bacterization to the treatment of seeds with bacteria before sowing. The purpose of seed bacterization is to protect the seedlings with the help of certain bacteria, harmless for the plant itself, from parasitic fungi whose germs infect the surface of the seeds.

We conducted the bacterization of flax-seeds as follows. The seeds were mixed with three times as much by weight of pure quartz sand, moistened with water or with an emulsion of bacteria to 80 p. c. of its total water-holding capacity. 100 seeds were taken in each experiment for bacterization and 100 as controls. The control seeds were mixed with sand which was moistened with sterile water. The seeds subjected to bacterization were mixed with sand which was moistened with an emulsion of a 48-hour culture of the bacteria under test. 24 hours later, the seeds with the sand-grains adhering to them were placed into Petri dishes on moist sterile paper. The dishes were placed into the incubator at 23—24°C. 48 hours later, the germination capacity of the seeds was ascertained and 8 days later, the seedlings were subjected to a phytopathological analysis for the purpose of determining the diseases caused in them by parasitic fungi. This analysis was made according to the methods usually applied by the All-Union Scientific Research Flax Institute. For the sake of greater simplicity, we subdivide in the tables of this paper all the flax seedlings into two groups: 1) completely sound, and 2) diseased, i. e. those showing yellow or brown spots or intakes on the roots; in the second group we have also placed the seedlings suffering from «speckles» and brown rot.

In all our experiments, we worked with flax-seeds of two varieties only: No 609 and No 364, obtained from the All-Union Scientific Research Flax Institute (at Torzhok). The seeds of No 609 (variety 806/3) were strongly

Table 1

Results of Bacterization of Flax-Seeds with Bacteria Lysing the Fungi: *Fusarium*, *Colletotrichum* and *Fungus sterilis*

Strain of bacteria	Variety of seeds	Treatment of seed	P.c. of sound seedlings	P.c. of diseased seedlings	Germination capacity (p.c.)
C-19	364	Controls	23	77	98
»		Bacterized	53	47	98
»	609	Controls	1	99	42
»		Bacterized	1	99	38
B-4	364	Controls	20	80	94
»		Bacterized	68	32	97
»	609	Controls	28	72	46
»		Bacterized	15	85	55
C-*x*	364	Controls	20	80	94
»		Bacterized	0	100	97
»	609	Controls	28	72	46
»		Bacterized	52	48	44
F-17	364	Controls	41	50	95
»		Bacterized	0	100	97
»	609	Controls	5	95	39
»		Bacterized	12	88	39
F-1	364	Controls	38	62	92
»		Bacterized	73	27	96
»	609	Controls	53	47	45
»		Bacterized	66	34	44
F-101	364	Controls	44	56	96
»		Bacterized	79	21	97
»	609	Controls	13	87	45
»		Bacterized	25	75	43
B-19	364	Controls	12	88	99
»		Bacterized	51	49	95
»	609	Controls	2	98	43
»		Bacterized	12	88	42
B-20	364	Controls	12	88	99
»		Bacterized	56	44	96
»	609	Controls	2	98	43
»		Bacterized	12	86	45

infected (*Fusarium*, 1. p. c.; «speckles», 30 p. c.; brown rot, 8, p. c.; «small ulcers», 24 p. c.) and showed a low germination capacity (50.5 p. c.). The seeds of No 364 (variety 0—109) were infected to a less degree (*Fusarium*, 2 p. c.; «speckles», 7 p. c.; brown rot, 11 p. c.; «small ulcers», 7 p. c. anthracnosis symptoms, 3 p. c.) and showed a good germination capacity (94 p. c.).

At first we tested the effect of 25 strains of bacteria, isolated in the laboratory of the Microbiology Institute of the Academy of Sciences and able to lyse various fungi (*Fusarium*, strains «*F*»; *Colletotrichum*, strains «*C*»; *Fungus sterilis*», strains «B»), on the seedlings of flax. Table 1 summarizes the results obtained with some bacteria of this series.

It is seen from Table 1 that some bacteria (*B*-4 and *C*-19) produce a marked decrease in the percentage of diseased seedlings of variety 364, but have

Table 2

Results of Bacterization of Flax-Seeds with Some Soil Bacteria

Species of bacteria	Variety of seeds	Treatment of seeds	P. c. of sound seed-lings	P. c. of diseased seed-lings	Germi-nation capacity (p. c.)
B. fluorescens	364	Controls	21	79	94
» »		Bacterized	48	52	94
» »	609	Controls	6	94	51
		Bacterized	9	91	56
B. mesentericus	364	Controls	28	72	100
		Bacterized	65	35	96
» »	609	Controls	4	96	45
		Bacterized	8	92	49
B. megatherium	364	Controls	28	72	100
		Bacterized	51	49	96
» »	609	Controls	4	96	45
		Bacterized	16	84	51
B. mycoides	364	Controls	22	78	94
		Bacterized	19	81	95
» »	609	Controls	6	94	51
		Bacterized	0	100	45
Proteus vulgaris	364	Controls	7	93	96
		Bacterized	22	78	98
» »	609	Controls	9	91	56
		Bacterized	2	98	50

Table 3

Number of Sound Seedlings from Bacterized and Non-Bacterized Flax-Seeds Germinating in Soil

Strain of bacteria	Control seeds		Bacterized seeds	
	Total number of seedlings	Of these sound	Total number of seedlings	Of these sound
F-1	17	7	19	15
B-17	36	8	40	17
F-1	40	11	36	21
F-1a	40	11	35	22
F-101	37	19	36	18
F-17	36	8	35	7

no effect in the tests with variety 609. Other strains (*C-X* and *F*-17) show an opposite effect. They cause the death of all the seedlings of variety 364 but decrease the number of diseased among the 609 seedlings. Finally, a third group of bacteria (*F*-1, *F*-101, *B*-19 and *B*-20) show a positive effect with both varieties of seeds. The bacterization of seeds did not affect the per cent of germinated seeds. The susceptibility of seedlings to infection depends,

not only on the quality of the seeds, but on external conditions as well, and these conditions it is not always possible to keep identical in all the tests. This explains the variations in the percentage of diseased among the same control seeds in the different tests.

The susceptibility of seedlings to infection may be decreased not only with the aid of fungus-lysing bacteria, but also with that of certain soil bacteria which are able to retard the development of the fungi. Table 2 shows the results of experiments with the treatment of flax-seeds with such bacteria as *B. fluorescens*, *B. megatherium*, *B. mycoides*, *B. mesentericus*, *Proteus vulgaris*. It may be seen from Table 2 that *B. fluorescens* and *B. mesentericus* produce a positive effect with the No 364 seeds, but no effect with the No 609 seeds. *Bacillus megatherium* decreases the percentage of diseased seedlings of both varieties, while *B. mycoides*, not only does not produce any positive effect, but, as a rule, raises the percentage of diseased seedlings.

In all the experiments cited above, the bacterized flax-seeds germinated on sterile filtering paper moistened with sterile water. It is, however, well known that antagonistic interrelations between two microorganisms may be revealed on one substratum and be entirely lacking on another. Therefore, essential interest belonged to the question whether seed bacterization is capable of decreasing the numbers of diseased seedlings in soil. It was found that, when flax-seeds germinated in the soil, bacterization also produced an obvious effect. Flax-seeds after bacterization were planted in flower-pots filled with soil from the experimental field of the Flax Institute (Torzhok), moistened to 60 p. c. of its total water-holding capacity. When the seedlings reached the stage of 1—6 pairs of leaves, they were carefully dug out and subjected to a phytopathological analysis. Table 3 is an extract from the results of these experiments.

The data collected in it show that bacteria *F*-1, *F*-a1; *B*-17 are active in soil also and raise to its double the number of sound seedlings. Bacteria *F*-101 and *F*-17 proved completely ineffective under the conditions of the soil.

We see thus that, by means of bacterization of flax-seeds, it is possible to decrease several times the number of diseased seedlings.

This effect of bacteria on the germinating seeds is due to the products of life-activity liberated by bacteria and capable of depressing the development of parasitic fungi. It is easy to satisfy oneself of the truth of this assumption. One can separate the liquid substratum on which bacteria have developed (e. g. a potato decoction) from the bacterial cells by filtering the culture through a Seitz filter. The treatment of flax-seeds with such a filtrate produces a similar or even a greater decrease of the number of diseased seedlings as the bacterization of seeds with living bacteria.

We know very little as yet of the nature of these substances, which depress the development of fungi. They are accumulated in considerable quantities in 5—10-days-old cultures. They keep their activity after 10 minutes of heating at 80°C, but are inactivated at 100°C. They are not absorbed by Seitz asbestos filters, nor by Chamberland's kaolin candles.

Microbiological Institute of the
Academy of Siences of the USSR
and Institute of Agricultural
Microbiology of the Lenin Academy
of Agricultural Sciences.
Moscow.

Received
16. I. 1937.

Comptes Rendus (Doklady) de l'Académie des Sciences de l'URSS
1937. Volume XIV, № 6.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE

CONTRIBUTION A LA MÉTHODE DE LA CULTURE DES EMBRYONS DES PLANTES SUPÉRIEURES, DÉPOURVUS DE RÉSERVES NUTRITIVES DE LA GRAINE

Par E. D. BUSLOVA

(Présenté par V. N. Lubimenko, membre de l'Académie Ukranienne, le 7. XII. 1936)

Les moyens de la culture des embryons, dépourvus d'endosperme ou de cotylédons, contenant des matières de réserves, acquièrent actuellement une grande importance à cause du développement de la théorie des hormones. Les questions concernant la localisation des hormones de croissance (travaux de Schander, Cholodny et d'autres) étaient étudiées à l'aide de ces procédés spéciaux. En étudiant le rôle du fer dans la synthèse et l'accumulation de la chlorophylle, notre attention a été attirée à ces questions quand nous avons cherché à cultiver, les plantes en présence d'un contenu primaire minimum de fer dans les tissus. En enlevant aux embryons les endospermes ou les cotylédons et en diminuant ainsi jusqu'au minimum possible le contenu du fer, nous avons enfreint en même temps l'approvisionnement des embryons par des hormones de croissance. Aussi fallait il se rendre compte, à quel point cela avait pu influer sur les résultats de nos expériences.

Nous avons pris pour nos expériences méthodiques le maïs qui est facilement susceptible à la chlorose à condition d'une affluence insuffisante de fer du milieu nutritif, et l'haricot qui se caractérise, au contraire, par une stabilité relative dans ces conditions.

La première série d'expériences était faite dans des conditions ordinaires de culture aqueuse avec le mélange minéral de Knop sans addition de fer, ce qui permettait d'employer des vases parafinés pour éviter l'extraction possible du fer.

Les embryons étaient dégagés de la graine sèche pour empêcher le fer de l'endosperme du maïs et des cotylédons de l'haricot d'affluer pendant le gonflement de la graine.

L'embryon de l'haricot. Dans les cultures non stérilisées les embryons de l'haricot ont péri généralement de l'infection par les microbes, favorisée par l'endommagement des tissus dans les points de coupure des cotylédons. Des deux espèces soumises à l'expérience, l'une haute et l'autre basse (sorte «Bombe»), la seconde souffrit le plus, peut être à cause de sa croissance plus lente. Chaque jour on changeait la solution et on lavait les racines dans de l'eau distillée. Ainsi nous sommes arrivés à obtenir des embryons sans cotylédons du plus grand haricot des plantules, qui avaient,

au bout de 35 à 40 jours 4 petites feuilles (dont la dernière était presque blanche à cause de la chlorose), et du plus petit haricot nous avons obtenu 3 petites feuilles. On observait, à côté d'une croissance marquée de la tige des embryons un affaiblissement dans la croissance des racines, la racine principale s'arrêtant très vite de croître et donnant des embranchements et les racines latérales arrêtant aussi leur croissance après avoir atteint 1—2 mm.

Les dimensions de la tige des plantules, privées de cotylédons, étaient très petites à comparer avec celles des plantules obtenues dans les mêmes conditions (mélange de Knop sans fer) des graines entières. Ainsi, dans une des expérien-

Fig. 1. Plantules du maïs, obtenues des embryons isolés sans scutellum; *1*—avec le mélange complet de Knop et avec addition du glucose de 2% sous l'éclairement continu: *2*—de même mais sans fer; *3*—avec du glucose de 2%; *4*—avec du mélange complet de Knop: 5—avec de l'eau distillée.

ces la tige n'atteignait que 6 cm de longueur et ne possédait que trois petites feuilles, dont la surface totale n'était que de 9.72 cm^2, tandis que chez la plantule, ayant conservé les cotylédons, la longueur de la tige était de 45 cm et elle portait 9 feuilles (surface totale 463 cm^2).

D'autres résultats ont été obtenus dans les expériences faites sur des cultures stérilisées, pour lesquelles on se servait des vases ordinaires de 150 cm^3 de volume.

15 cm^3 de solution étaient versés dans le vase pour mouiller les tubes de verre, placés tout près les uns des autres dans le fond du vase.

Les dimensions des tubes étaient choisies de telle manière que la solution qui montait par les interstices capillaires formés entre les tubes, mouilla les embryons semés sans les couvrir. On se servait pour cette culture du mélange de Knop sans fer en y ajoutant quelquefois du glucose de 2%. Les vases contenant le mélange nutritif étaient soumis avant l'ensemencement à une stérilisation fractionnée, les embryons étaient séparés des cotylédons, et ayant pris toutes les précautions contre l'infection, ceux-ci étaient transportés un à un dans chaque vase.

L'expérience a montré que les embryons ne périssent pas dans les cultures stérilisées; de même on n'y observe pas d'arrêt dans la croissance de la racine principale, qui atteint des dimensions beaucoup plus grandes que dans la culture aqueuse ordinaire. En ce qui concerne la tige, sa croissance n'augmente pas sensiblement sous l'influence du mélange de Knop privé de fer. On observe souvent une augmentation sensible de la croissance des racines ainsi que des tiges, si on a ajouté du glucose. Il est intéressant de remarquer qu'on peut cultiver dans des conditions stériles mêmes des parties séparées de l'embryon. Ainsi, dans une des expériences, faites avec le mélange de Knop sans fer et sans glucose, la racine de l'embryon séparée de la tige, atteignit au bout de 15 jours 2.5 cm de longueur et commença à donner des racines latérales à l'aide de ses propres réserves de matières organiques. Une petite feuille, séparès de la plumule, grandit sensiblement et verdit sur le méme mélange, additionné de glucose, en donnant au bout de 12 jours, une racine d'un centimètre de longueur développée du pétiole.

Fig. 2. Plantules de maïs, obtenues des embryons isolés sans scutellum. *1*—avec du mélange complet de Knop et avec l'addition du glucose de 2% à l'obscurité; *2*—de même avec du glucose de 2%.

Les embryons du maïs. Les expériences de la culture des embryons degagés des graines avec scutellum, faites dans des conditions non stériles avec le même mélange de Knop sans fer, ont démontré que ces embryons peuvent avoir une bonne croissance et développer des radicules, ainsi que la tige; cependant la croissance est beaucoup plus lente relativement aux embryons obtenus des cariospes entiers. L'état des embryons, dégagés sans scutellum, était tout autre. Leur tige croissait et verdissait sous l'influence du mélange minéral de Knop sans fer, atteignant 1—1.5 cm de longueur, tandis que la racine principale sous peu arrêtait sa croissance et commençait à pourrir, et les radicules latérales ne faisaient qu'apparaître sous forme de petits tubercules.

Prenant en considération le rôle important du scutellum, nous avons fait une série d'expériences avec des embryons, privés du scutellum, mais cultivés dans des conditions stériles. Les embryons étaient cultivés à l'eau distillée, à la solution de glucose de 2%, au mélange de Knop sans fer et additionné de fer, additionné de glucose de 2% et sans glucose. 3 séries de plantes avaient été formées; l'une était cultivée à la lumière continue des lampes électriques, la seconde à la lumière ordinaire du jour et la troisième à l'obscurité, cette dernière seulement sur des solutions de glucose. Il y'avait en tout 15 variantes de 7 embryons.

Les figures (pages 390 et 391) peuvent illustrer les résultats de l'expérience.

On y observe le meilleur développement des plantules, obtenues des embryons sans scutellum avec du mélange de Knop additionné de fer et de glucose sous un éclairement continu; à leur état se rapproche celui des plantules qui se sont développées dans les mêmes conditions, mais sans fer. Le développement est sensiblement plus faible, l'éclairement restant continu, chez les plantules se trouvant sur la solution de glucose privée des sels minéraux ou sur le mélange de Knop additionné de fer, mais sans glucose, étant tout à fait faible sur l'eau distillée.

On observe à la lumière du jour les mêmes différences dans le développement de différentes variantes des plantules mais plus faiblement accentuées que sous la lumière continue. A l'obscurité enfin le meilleur développement est obtenu par le mélange complet de Knop avec addition de glucose et un développement très faible—par le glucose seul.

Les données des expériences décrites permettent de formuler les conclusions suivantes.

1. On ne peut avoir une idée exacte de la croissance et du développement des plantules, obtenues des embryons artificiellement séparés des graines sèches et privés des réserves nutritives de la graine, qu'en les cultivant dans des conditions stériles.

2. Le manque complet de l'affluence d'éléments de cendre paralyse complètement la croissance des racines chez les embryons isolés; la croissance de la tige commence, il est vrai, mais elle s'arrête très vite.

3. Sur des solutions de glucose sans addition de sels minéraux la croissance est faible à l'obscurité et beaucoup plus forte à la lumière, peut être à cause de la nutrition additionnelle par les produits de la photosynthèse.

4. La croissance de la tige ainsi que des racines est plus faible sur le mélange minéral complet de Knop et à la lumiere, que sur le glucose seul.

5. La meilleure croissance de la tige, des feuilles et des racines est obtenue par des sels minéraux nutritifs et du glucose et à l'éclairement continu; l'exclusion du fer du mélange minéral affaiblit la croissance dans ces conditions, mais cet affaiblissement est peu sensible.

6. La coloration des plantules obtenues des embryons isolés est toujours plus faible que celle des plantules obtenues des graines entières.

7. Les embryons des graines ont besoin dans leurs premiers stades de développement autant de sels minéraux que de substances organiques nutritives; l'arrêt de croissance qu'on observe dans la culture aqueuse des embryons isolés n'a pas pour cause le manque de hormones de croissance, mais l'insuffisance de l'approvisionnement normal des tissus de l'embryon en substances nutritives organiques et minérales.

Je profite de cette occasion pour remercier V. N. Lubimenko pour ses conseils précieux et ses indications qui ont facilité l'éxécution de ce travail.

Laboratoire de Physiologie végétale
chimique de l'Institut botanique
de l'Académie des Sciences Ukranienne.
Kiev.

Manuscrit reçu
le 7. XII.1936.

LITTÉRATURE CITÉE

[1] H. Schander, ZS. f. Bot. **27** (1934). [2] Н. Г. Холодный, Planta, **21** (1934): Советск. бот. № 2 (1935); Природа, № 3 (1936).

Comptes Rendus (Doklady) de l'Académie des Sciences de l'URSS
1937. Volume XIV, № 6

PLANT PHYSIOLOGY

ON THE NATURE OF IMMUNITY TO RUST

By K. T. SUCHORUKOV and K. E. OVČAROV

(Communicated by A. A. Richter, Member of the Academy, 31. XII. 1936)

In a case of harmonious development, symbiosis of rust with the higher plants is possible only when the products of the life activity of the parasite are included in the metabolism of the plant. The rust fungi are sharply distinguished by this physiological property from other parasitical fungi capable of developing also in saprophytic conditions, changing in their physico-chemical properties, and often deeply, under the influence of the life activity of the organism.

The assimilating tissues of the green plant insure the parasite a constancy of conditions of nutrition, of reaction of environment and the removal of the products of its life activity. The last has especial importance in the case of rusts and the futility of attempts to produce rusts by cultures is to a great extent due to the difficulties of ridding their environment of the end products of metabolism.

Grečušnikov([6]) established the presence of ammonia in heightened concentrations and of urea in plants infected with rust (*Helianthus*, *Avena*, *Triticum* and *Cirsium*) and referred these substances, to the toxins of rust—the waste products of its nitrogenous metabolism.

Suchorukov([10]) notes that the period of a heightened susceptibility of the plant to rust infection is characterized by a high energy of storing up dry matter—that is, the high susceptibility of the plant coincides with its high assimilative power.

Scharvelle([13]) found in his investigations on the reasons for the resistance of flax to the rust *Melampsora lini* that the resistance to rust is due to a complex of factors: among these he revealed the importance of the mechanical strength of the epidermis and of the subepidermal tissues, the number of stomata and their movements, and of the chemism of the tissue sap (by the sprouting of the uredospores in it). Scharvelle also pointed out factors increasing the resistance of plants to infection—shading during the incubation period and withering from *Fusarium lini;* the author attributes great importance to the condition of the stomatal apparatus.

The end products of the nitrogenous metabolism of rust—ammonia and urea—enter, in the living cell of the plant, into the general metabolism, speeding up the cycle of transformation of the nitrogenous substances. The formation of urea, it now appears, is on a greater scale in the higher plant,

than has been generally supposed heretofore. The discovery by Wada([3]) of uro-acids in protein and also([4]) of «reductase», which splits off urea from uremide compounds, changes our conceptions of the way in which urea is formed in the organism and of the way in which it changes. The uro-radicals enter differently, as regards their quantities, into the proteins of the animals, of fungi and of the higher plants, and the reconstruction of proteins, especially when nourishment is parasitic or saprophytic, is accompanied by inevitable splittings off of urea* and its disintegration to ammonia. The ammonia formed is consumed in the process of synthesis, and its content in the cell may increase only when there is a decreased assimilative capacity, for example, owing to withering, the action of supramaximal temperatures ([1]) and etiolation. External factors increasing the ammonia content in plants increase as well the resistance to rust fungi; the development of rusts under field conditions can be foreseen from meteorological factors and from the ammonia content in the plant. Light is an important factor for the ammonia balance of green plants in a setting that is normal with respect to other factors. The role of light in the resistance of plants to rust, first mentioned by Ward ([12]), was later brilliantly confirmed by Gassner and Appel ([5]); investigators now have no doubt that an intensified light regime renders a plant more susceptible to rust, that shading lengthens the incubation period, and that complete etiolation makes the plant immune ([2], [11]).

Aside from the action of external factors on the ammonia content, there is also the influence of hereditary factors. Ruhland and Wetzel ([9]) showed that in a number of plant species, there is a constantly heightened content of the ammonium salts of organic acids or amides: plants, according to their chemism, belong either to the ammonical type or to the amide type.

Regarding the cell of the living plant as a medium for the growth of rust, we carried out an investigation into the mobility in the green plant of those substances which, according to our conjecture, limit or preclude the growth of the parasite—that is, ammonia and urea**. Wheats of various degrees of rust resistance were taken for investigation. The plants were grown under greenhouse conditions during the second half of the winter of 1936. Plants of various ages were observed and analysed; analysis was carried out on the above-ground parts. We will not describe the methods used since they are generally accepted and are set forth in detail in Abderhalden's textbooks.

We show the results of analyses for ammonia content in the leaves of various wheats of 12, 20 and 30 day growth under greenhouse conditions and normal daylight (February).

The ammonia content is given in milligrams per 100 grams of raw weight.

	12 days	20 days	30 days	Remark
Tr. Timopheevi	28.0	35.5	28.3	*Tr. Timopheevi*, according to N. I. Vavilov, has a high resistance not only to rust, but to other diseases also
Tr. monococcum	21.0	32.0	—	
Tr. durum v. *hordeiforme* . .	—	28.0	—	
Tr. vulgare v. *lutescens* No 062	21.0	24.5	21.9	

* Investigations into the uro-radicals in protein have been made by Ovčarov, but the data have not yet been published.

** The seed was provided by Dr D. Kostov, to whom we express our deep gratitude.

Tr. monococcum, like all single-grained wheats, is highly resistant to all species of rusts. *Tr. durum* is more rust resistant than *Tr. vulgare*. We see that the resistant wheats have a higher ammonia content in their leaves.

We observed a change in the ammonia content of *Tr. durum* and *Tr. vulgare* that had been left for 5 and 10 days in complete darkness at the age of 35 days.

The ammonia content is expressed in milligrams per 100 grams of raw weight

	In the light	Darkness 5 days	Darkness 10 days
Tr. durum v. *hordeiforme*	14.0	20.0	25.9
Tr. vulgare v. *lutescens* № 062	6.0	22.0	54.9

Keeping in darkness markedly increases the ammonia content in wheats, while, as we stated before, etiolation and cessation of photosynthesis lower the susceptibility to rust.

In the following experiment we tested the rapidity of restoration of ammonia balance after it had been artificially interfered with. Leaves of 40 days old wheat were clipped off and infiltrated under vacuum with 0.1% ammonium sulphate, 0.1% ammonium sulphate+3% glucose, and the control, with distilled water. The solutions were quickly washed off the surface. Analyses were carried out after infiltration and after the leaves had stood for 24 hours in water in normal daylight. The following were the results:

	In water after 24 hours	Infiltrated with 0.1% ammonium sulphate		Infiltrated with 0.1% ammonium sulphate+3% glucose	
		At first	After 24 hours	At first	After 24 hours
Tr. vulgare	13.0	70	46	65	14
Tr. durum	10.0	69	61	68	32

Under optimal conditions for assimilating ammonia (light and excess of carbohydrates), the more susceptible soft wheat assimilates ammonia more quickly, keeping the concentration down.

We also found urea in wheat leaves. Its content was not large, but was quite sufficient for quantitative determination. Urea, as Yamaguchi [14] pointed out, is easily assimilated by the cereals from their environment without splitting; Yamaguchi also showed the presence of urease in maize embryos, which would indicate the ability of the cereals to assimilate urea nitrogen.

Our determinations of the urea in the leaves of 30 days old wheat (grown under greenhouse conditions) showed 15.2 mg for *Tr. Timopheevi* and 21.0 mg for *Tr. vulgare* per 100 grams of raw weight.

Urea, a labile form of combined nitrogen, passes easily into ammonia when urease is present.

The discovery of urea and of different ammonia content in different varieties served as a ground for investigating urease.

Our calculations of the activity of urease in the leaves are shown below:

	12 days old	20 days old	Remark
Tr. Timopheevi	7.0	14.0	The activity is expressed in mg of ammonia formed during the disintegration of urea in 100 gs of raw leaf mass
Tr. monococcum	28.0	49.0	
Tr. durum v. *hordeiforme*	—	28.0	
Tr. vulgare v. *lutescens*	21.0	21.0	

As is to be seen from the data, the ammonia content of a variety has no relation to the activity of its urease.

We now pass to a consideration of the activity of urease when the plants are shaded. *Tr. durum* and *Tr. vulgare* were placed in complete darkness for 5 and 10 days, controls being left in daylight. Urease showed the following activity:

	Control	Shaded 5 days	Shaded 10 days
Tr. durum	8.0	8.0	18.1
Tr. vulgare	14.0	16.0	21.0

Thus, shading, which increases ammonia content, also activates urease. Urease undoubtedly has great importance in the disintegration of proteins and complex nitrogen compounds, hastening the disintegration of urea that has been split off; processes of deureation in the cell take place with the participation of arginase ([8]) ([7]) and reductase ([4]).

Studies of the ferments splitting off urea and urease make it possible to judge of the direction and magnitude of changes in immunity to rust as dependent on factors of environment.

On the basis of what has been set forth, we come to the conclusion that immunity to rust is produced by heightened ammonia content in plants. Ammonia content is a hereditary character, modified by the influence of the environment. The susceptibility of the plant to rust changes, and the determination of ammonia content may be proposed as an indirect method of determining the degree of a plant's susceptibility to rust. Urea and urease have been found in the leaves of wheat. The activity of the urease indicates a change in the ammonia content of the plant.

Institute of Plant Physiology
Academy of Sciences of the USSR.
Moscow.

Received.
31. XII.1936

REFERENCES

[1] V., Altergott, Bull. Acad. Sci. URSS, série biol., I (1936). [2] Н. И. Вавилов, Учение об иммун. растений к инфекц. заболев. (1935) [3] Wada u. Hayma, Proc. of Imp. Acad. Tokyo, IX (1933). [4] Wada, Ibid, X. (1934). [5] Gassner u. Appel, Arb. Biol. Reichsanst., **15** (1927). [6] A. Grečušnikov, C. R. Acad. Sci. URSS, II, 8 (1936). [7] А. Р. Кнаель, Аргинин и его ферментат. превращение в растении (1916). [8] Kossel u. Dakin, ZS. physiol. Ch., **41** (1904). [9] Ruhland u. Wetzel, Planta, **1** (1926). [10] К. Т. Сухоруков, Сессия Академии Наук, Проблема имм. культ. раст. (1935). [11] Fischer u. Gäumann, Biologied. pflanzenbewohnenden parasitischen Pilze (1929). [12] Ward, Ann. of Botany, **19** (1905). [13] Scharvell, Journ. of Agr. Res., № 2 (1936). [14] Jamagushi, Journ. of Fac. Sc. Hokkaido Imp. Univ., N 1 (1930).

Comptes Rendus (Doklady) de l'Académie des Sciences de l'URSS
1937. Volume XIV, № 6

PLANT PHYSIOLOGY

THE INFLUENCE OF VARIOUS MICROBE COMPLEXES OF BACTERIORHIZAS ON THE DEVELOPMENT OF HIGHER PLANTS

By A. A. ISAKOVA and A. SMIRNOVA

(Communicated by A. A. Richter, Member of the Academy, 9. I. 1937)

Owing to the presence of organic root-secretions, different as to their nature, the root systems of the higher plants select, in the immediate vicinity of the root, a specific microflora, the so-called bacteriorhiza.

The specificity of this microflora has been ascertained by testing its action on the germination of seeds (Isakova, 1936). In every particular instance, the individual bacteriorhiza caused either an acceleration or a retardation in the germination of seeds.

The specificity of the microflora surrounding the roots of plants has been repeatedly observed by a number of authors.

The methods of bacterial investigation being, however, still imperfect, the investigator often fails to detect the specific nature of the microbe population of the bacteriorhiza; a case in point is the study of rhizospheric microorganisms made on meat-peptone agar after Waxman's method.

In this case, investigators usually obtain an identical microflora for plants differing widely as to their physiological characteristics.

In order to gain an insight into the influence of microbe complexes on the plant and bring out their specificity, an experiment was made by the writers according to the following scheme:

1. Pasteurized soil used as control.
2. Pasteurized soil + bacteriorhiza of buckwheat.
3. Pasteurized soil + bacteriorhiza of mustard.
4. Pasteurized soil + bacteriorhiza of lupine.
5. Pasteurized soil + bacteriorhiza of wheat.
6. Pasteurized soil inoculated with soil mixture.

The experiment was made with wheat and mustard.

The seeds sown had been previously sterilized with 1% bromine solution. The wheat was sterilized for 8 minutes, the mustard for 15 minutes. 1 cm^3 of microbe suspension, obtained in washing the roots of the plants, was introduced into the soil in sowing under every seed.

Observation of germination and sprouting of experimental plants has shown that the plants grown in control vessels took a longer time to sprout than those sown in the experimental ones. These observations are true of both plants. In the experimental vessels, complete germination was observ-

ed on the fifth day, while it was not until the ninth day that all the plants grown in control vessels had put forth shoots.

Physiological observations of wheat have shown a lag of the control plants in all the phases of development, e. g. the earing phase set in earlier in those plants that had been treated with bacterial complexes than in those used as control. The acceleration was most noticeable in the bacteriorhiza of lupine. The difference from control was 7 days. In these plants, the flowering phase was 8 days in advance of control. The other combinations gave an advance of 5—6 days.

The vigour of development, as expressed in the height of the plant's stalk, was at its maximum in plants treated with the bacteriorhiza of mustard. The length of stalk was 47.5 cm. The plants treated with soil mixture were 42.0 cm in height, those treated wiht the bacteriorhiza of wheat, 41.6 cm, while the control plants had a stalk of 31.5 cm. The stalks were measured at the flowering stage.

An analysis of the crop showed the grain-to-strow ratio to be higher in those plants that had been treated with a bacterial fertilizer. Thus, the control plants had a grain-to-straw ratio 0.35; those treated with the bacteriorhiza of mustard, 0.65; those treated with soil mixture 0.60; and those treated with the bacteriorhiza of lupine, 0.50. The bacteriorhizas of buckwheat and wheat, while showing a somewhat increased ratio, have proved, however, much inferior to the above combinations.

Thus, the presence in the soil of specific microbe complexes selected by the plant not only accelerates the various phases of development, but also increases the yield by raising the grain-to-straw ratio.

Mustard proved to be a more plastic material as regards reaction to the influence of microorganisms.

The acceleration in the germination of seeds was far more pronounced, while the lag in the sprouting of control plants was greater than in the case of wheat. The acceleration of the flower-budding phase, as compared with control plants, was 10 days in the case of the bacteriorhiza of lupine and in the case of soil mixture, and only 6—7 days in the case of wheat. The bacteriorhiza of buckwheat gave unmistakably negative results as regards both acceleration of development and the yield.

Ripening began 10 days earlier in the case of the bacteriorhiza of lupine, and also in the case of soil mixture, wheat and mustard giving an acceleration of 7 days. The vigour of development of the plant, i. e. the length of stalk at the flower-budding stage, gave the following picture: bacteriorhiza of lupine, 17.7 cm; wheat, 14.3 cm; soil mixture, 11.6 cm; mustard, 12.6 cm; control plants and plants treated with the bacteriorhiza of buckwheat, only 5.5 cm.

The fruit-to-straw ratio showed characteristic differences in all the experimental plants, being 0.8 for control plants and those treated with buckwheat bacteriorhiza, 1.2 for the bacteriorhiza of mustard, lupine and wheat, and 0.9 for soil mixture.

The above results show that the influence of various bacterial complexes is rigourously specific as regards different cultures. There is no uniformity in the way various microbe complexes affect the development of the plant, as regards either its passage from one phase of its development to another, or its yield.

Timiryazev Institute of the Plant Physiology.
Academy of Sciences of the USSR. Moscow.

Received
9. I. 1937.

Comptes Rendus (Doklady) de l'Académie des Sciences de l'URSS
1937. Volume XIV, № 6

ZOOLOGY

OBSERVATIONS ON FAR-EASTERN WHALES*

By A. G. TOMILIN

(Communicated by S. A. Zernov, Member of the Academy, 19. XII. 1936)

1. Quantitative Correlations of Species in the Kamchatka, Chukotka and the Bering Seas

The figures on killing do not give a true conception of the quantitative correlations of species of whales, since not all the species are taken in equal measure by the harpooner (since some give better returns than others) and since some are more easily taken than others.

In 1934 (from May 12 till November 4) we kept a record of not only the whales killed but of all that were met in the seas except representatives of *Delphininae* and *Delphinapterinae*. The record was kept for 140 days and its results are shown in Table 1. It makes a more accurate conception of the relations of species in one or another district.

Thus, in 140 days, we met 3778 whales** of which 37.6 per cent were finbacks, 29.4 per cent gray whales***, 14.3 per cent humpbacks, 12.1 per cent bottle noses, 5 per cent sperm whales and the rest 1.6 per cent *Balaenoptera acutorostrata*, *B. musculus* and *B. borealis*. The latter owing to the strong external resemblance, may sometimes have been recorded as finback. In the different districts, we note the following peculiarities: 1) in the Sea of Kamchatka (southern and middle parts), there was an insignificant number of humpbacks and an absolute absence of blue whales, finbacks dominated (55 per cent) but there were considerable percentages of bottlenoses (28 per cent) and of sperm whales (13.5 per cent); 2) an absence of sperm whales and bottlenoses in the Chukotka Sea and Bering Straits, with dominance of gray whales (58 per cent), humpbacks (26 per cent) and finbacks (15 per cent). This is explained as follows: 1) The northern limit of occurrence of sperm whales and bottlenoses passes through the middle of the Bering Sea; 2) humpbacks and gray

---

* Made on whaling cruises of the «Aleut» during 1933—1935 and partly during 1936.

** Not included in this number were 174 *Orcinus orsa* which we were not hunting. Of these, 26 were met in May, 21 in June, 72 in July, 4 in August, 36 in September and 15 in October.

*** Owing to the attachment of the gray whale to the shore and to the fact that our whaling was principally near the Chukotka shores, the same individuals of this species must have been met more than once considerably oftener than individuals of other species. Consequently, the gray whale's relative percentage ought in reality to be lower than the figures shown; it is to be doubted that it exceeds the percentage of humpbacks met.

Table 1

Species / Place and time of recording	*Balaenoptera physalus* Finback	*Rhachianectes glaucus.* Gray whale	*Megaptera nodosa* Humpback	*Hyperoodon rostratus* Bottlenose	*Physeter macrocephalus* Sperm whale	*Balaenoptera acutorostrata* Small striped whale	*Balaenoptera musculus* Blue whale	*Balaenoptera borealis*	Total number of whales met	Number of days record kept	Met per day
Southern and middle parts of Kamchatka Sea (May-June and October-November)	719 55%	—	17 1.3%	367 28%	176 13.5%	5 0.4%	13 1.0%	10 0.8%	1 307 100%	95	14
Northern part of Kamchatka Sea (August-September)	344 72%	—	8 1.7%	93 20%	16 3.4%	13 2.7%	1 0.2%	—	475 100%	12	39
Anadyr Gulf (September)	57 70.3%	12* 14.8%	10 12.4%	—	—	2 2.5%	—	—	81 100%	3	27
Chukotka Sea and Bering Straits (August-September)	291 15%	1100 58%	505 26%	—	—	19 1%	—	—	1 915 100%	30	64
Total	1411 37.6%	1112 29.4%	540 14.3%	460 12.1%	192 5.0%	39 0.9%	14 0.4%	10 0.3%	3 778 100%	140	27 (average

* Herd of gray whales met the 3rd of August a little south of the Anadyr Gulf (Maina-Pylgo District).

whales, being representatives of the North American herd, come into Chukotka Sea by way of the continental shelf of America and not of Asia (the Japanese herd of humpbacks is extinct). This explanation is in agreement with the conclusions of B. Zenkovich.

It is to be seen from the last two columns of the table 1 that the northern district abounds most in whales: the average number recorded there per day was 64, whereas, in the Kamchatka sea, it was only 14. The interpretations set forth above are confirmed by data on the killings in 1933 and 1935 and by materials in my unpublished work on the migrations of *B. physalus*.

II. Age and Sex of the Finbacks (*Balaenoptera physalus*)

We divided the finbacks killed in 1933, 1934 and 1935 into sexually mature (females above 18 m long and males above 17.5 m) and sexually immature (less than the above lengths)*. Their distribution according to place and sex is shown in table 2.

Table 2

Place	1933				1934			
	Sexually mature		Sexually immature		Sexually mature		Sexually immature	
	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀
Southern and middle part of Sea of Kamchatka .	27 43.5%	19 30.5%	4 6.5%	12 19.5%	43 43%	44 44%	8 8%	5 5%
Southern part of Bering sea and Gulf of Olutorka	6 29%	10 48%	2 9.5%	3 13.5%	9 33%	6 21.5%	4 14.5%	9 32%
Chukotka Sea and . . . Bering Straits	7 32	13 59%	1 4.5%	1 4.5%	11 47.5%	10 43.5%	1 4.5%	1 4.5%
Total	40 38%	42 40%	7 6.5%	16 15.5%	63 42%	60 40%	13 8.5%	14 9.5%

The sexually immature whales were 19.5 per cent of the total, the sexually mature 80.5 per cent.

The table shows no appreciable departure from the rule regarding the correlations of the sexes (128 ♂ and 132 ♀). Most of the kills were sexually mature (78 per cent in 1933 and 82 per cent in 1934). The decrease of the percentage of sexually immature whales in the Chukotka Sea stands out quite prominantly in the table 2. This was also noticeable in 1935, as is to be seen in table 3. Table 3 gives the average dimensions of the finbacks (in metres) for three years. It is characteristic that the average length increases somewhat during the hunting months in the Chukotka Sea (especially in September 1933 and August—September 1935). In 1934 there is no notable increase owing to the very small catch (9 whales).

Such a situation was the basis for the mistaken supposition on the part of B. Zenkevich (scientific worker of the Pacific Ocean Fishery Institute), in his account of the 1933 season, to the effect that the polar finbacks are

* According to B. Zenkevich [C. R. Acad. Sci. URSS, II, 338 (1935)] female finbacks on the North Pacific Ocean attain sexual maturity on reaching a length of 18 m. Considering the fact that the males have bodies $^1/_{30}$ shorter than the females, we took 17.5 m as indicating sexual maturity in males.

Table 3

Year \ Month	Average length of kills each month in metres							Length for each year		
	May	June	July	August	September	October	November	Maximum	Minimum	Average
1933	—	18.4	17.8	18.8	19.2	18.4	19.0	21.2	7.85	18.4
1934	19.2	19.0	18.2	18.6	18.2	19.4	18.7	22.0	13.5	18.7
1935	18.9	17.8	17.6	19.2	19.2	18.1	18.15	21.15	12.0	18.3
1936	18.97	18.47	18.63	19.3	No data			21.6	12.1	18.6

representatives of a larger North American race as distinguished from a smaller Asiatic. However, the reason here is quite another. It lies in the smaller number of sexually immature whales that are met in Chukotka Sea; besides, only a small number of them increases in the average length in this region. On the other hand, in the Sea of Kamchatka, the average length decreases in a considerable number of sexually immature whales. Furthermore, in our material, there is no indication that the largest finbacks were killed in the Chukotka Sea, as would have to be expected if the region were inhabited by a larger American race. Indeed, the largest females in the Sea of Kamchatka had the following dimensions: in 1933, 20.85 (No. 191); in 1934, 22 m (the largest female specimen of those catched during the last four years) (No. 325); in 1935, 21.15 m (No. 36), while in the Chukotka Sea they were: in 1933, 21.2 m (No. 116); in 1934, 20.0 (Nos 226, 232); in 1935, 20.6 (No. 229). In precisely the same way, there is no such rule for the males, either.

It is interesting to note that, according to the data of Risting [Risting, Whale and Whale Foetuses (1928)], the average length of 153 finbacks, taken in the Sea of Kamchatka in 1924—1925 (17.83 m), was also considerably lower than for the kills in the North Atlantic (19—20.28 m).

Prominent in Table 3 is the fall in average dimensions in June—July (the 2nd and 3rd months of the hunting season) as compared with the data for May. This may be: 1) either because during the springtime migration of the whales from warm waters, those that come to the Chukotka Sea are, in great measure, the large, sexually mature ones, whereas a considerable proportion of the small, sexually immature whales stay back for the summer in the Sea of Kamchatka; or, 2) because the large (old) finbacks appear in the Sea of Kamchatka sooner than the females with their young and the sexually immature individuals*.

Consequently, in May the large finbacks were taken in greater numbers than in June and July and this tended to lessen the average dimensions of whales in June—July, 1933—1936.

The reason for the smaller number of small finbacks in the Chukotka Sea as compared with those of the Kamchatka Sea is not yet clear, owing to an insufficiency of data **.

Institute of Zoology.
Moscow State University.

Received
14. X. 1936.

* Something of this kind has been pointed out in the literature: for example, R. Kellog in his work «What is known of the Migrations of Some Whalebone Whales» (p. 472, 1928, writes (with respect to the antarctic humpback): «The females with calves go to the summer feeding grounds with less speed and arrive somewhat later than the bulls and females without calves».

** It is interesting to note that, of 719 finbacks met in 1934 in the Sea of Kamchatka, sucklings were seen with 28 (3.8 per cent), while in the Chukotka Sea, out of 291, sucklings werese en with only 5 (1.7 per cent).

Comptes Rendus (Doklady) de l'Académie des Sciences de l'URSS
1937. Volume XIV, № 6

EXPERIMENTELLE ZOOLOGIE

DER HYPOPHYSEVORDERLAPPEN UND DIE WACHSTUMS- UND DIFFERENZIERUNGSERSCHEINUNGEN BEI AMPHIBIEN. I

Von A. A. VOITKEVIČ

(Vorgelegt von A. A. Richter, Mitglied der Akademie, d. 15. I. 1937)

Wie die vielen Arbeiten der letzten Zeit gezeigt haben, spielen die Hormone des Hypophysevorderlappens eine grosse Rolle im Verlauf verschiedener formbildender Prozesse im Organismus.

Ausführlicher erforscht worden sind in dieser Beziehung die Amphibien, besonders in der Entwicklungsperiode der Larven. Bei Fütterung, wie auch bei Transplantation und Injektion von Extrakten aus dem Hypophysevorderlappen wurde bei Kaulquappen (Smiths und Smiths) und bei Axolotln (Uhlenhuth) eine Stimulierung des Wachstums beobachtet. Anderseits liegen Angaben von Allen, Hoskins, Ingram u. a. vor, nach welchen die Substanz der Hypophysevorderlappen eine beschleunigte Metamorphose hervorruft. Trendelenburg, der die Resultate oben genannter Autoren analysierte, bestätigt die Richtigkeit der Angaben über die Metamorphosebeschleunigung der Kaulquappen durch die Substanz des Hypophysevorderlappens.

Es entsteht hier die Frage, wodurch der Widerspruch in den Angaben angeführter Autoren zu erklären ist. Stehen diese Unterschiede mit der Verschiedenheit des funktionellen Zustandes der Hypophysengewebe im Zusammenhang, oder mit dem Umstand, dass die verschiedenen Autoren in ihren Versuchen verschiedene Gebiete der Vorderlappengewebe ausnützten, welche spezifische Eigenschaften besitzen?

An den Sagittalschnitten der Hypophysevorderlappen der grossen Säugetiere (Hornvieh) lassen sich verschiedene Zonen feststellen, welche sich durch ein bestimmtes Verhältnis der Zellelemente zueinander charakterisieren [Smiths und Smiths (1923), Spaul (1930)]. Es gibt Gebiete, welche im höchsten Grade vaskuolisiert sind und wo Eosinophilzellen fast vollständig fehlen. Der Umfang der einzelnen Zellgruppen ist bedeutend kleiner und diese sind fast ausschliesslich aus Haupt- und Basophilzellen gebildet. Dieser Teil der Hypophyse, nennen wir sie «Basophilzone», nimmt in der Gesamtmasse des Hypophysevorderlappens einen verhältnismässig kleinen Umfang ein und ist leicht zu unterscheiden, sogar makroskopisch nach Färbung und Konsistenz.

In dem Hauptteil des Hypophysevorderlappens sind die Zellelemente mehr oder weniger gleichmässig verteilt, in einigen Zellgruppen, wie auch

in bedeutenden Gebieten an der Peripherie des Organs überwiegen die Eosinophilzellen, was auch Smiths und Smiths (1923) bemerkten. Dieses Gebiet des Vorderlappens nennen wir «Eosinophilzone».

Es entsteht die Frage, ob diese Verschiedenheiten in der Struktur der einzelnen Teile des Organs mit einer Verschiedenheit der physiologischen Eigenschaften verbunden sind und ob sich nicht die oben angeführte Widersprüche in den Resultaten dadurch erklären, dass bei der Einwirkung vom Hypophysevorderlappen in einem Fall die «Basophilzone» und in anderem Fall die «Eosinophilzone» verwendet wurde.

Zwecks Lösung dieser Frage wurde in unseren Versuchen den Amphibienlarven einzeln Stückchen von «eosinophilen» und «basophilen» Geweben implantiert. In der ersten Versuchsgruppe wurden 300 Kaulquappen *Rana temporaria* (I. Serie) von gleicher Grösse, im Knospenstadium der hinteren Extremitäten, benützt. 150 von diesen Larven wurden gleichzeitig Stückchen (1.5 mg) «Eosinophilgewebe» implantiert. Die anderen 150 Kaulquappen dienten als Kontrolle. Alle Larven wurden in grossen Aquarien gehalten, Nahrung wurde im Überfluss gegeben; das Wasser wurde regelmässig gewechselt. Nachher wurden in Zwischenräumen von 5 Tagen je 20 Versuchs- und Kontrollkaulquappen getötet zwecks Feststellung der Dynamik der Entwicklungsveränderungen. Eingeschätzt wurde das Gewicht und die Längenmasse des Gesamtkörpers und der einzelnen Organe.

Der Versuch wurde noch zweimal an frisch gefangenen Kaulquappen im späteren Entwicklungsstadium wiederholt, um den Einfluss in Abhängigkeit vom Alter der Kaulquappen aufzuklären (II. und III. Serie). Ein Teil der erhaltenen Angaben ist in Tab. 1 angeführt.

Tabelle 1

Die Veränderungen des Gesamtgewichtes der Kaulquappen (in mg) bei Implantation von «Eosinophilgewebe» des Hypophysevorderlappens

Tage ab Versuchsbeginn	I. Serie		II. Serie		III. Serie	
	Kontrolle	Versuch	Kontrolle	Versuch	Kontrolle	Versuch
0	201.7	201.7	—	—	—	—
5	297.5	289.6	450.0	450.0	—	—
10	366.7	438.6	513.0	512.0	—	—
15	470.5	667.0	478.0	765.0	701.0	701.0
20	555.0	897.5	412.0	782.0	574.0	684.4
25	335.0	880.0	244.1	452.5	321.3	625.5
30	242.0	612.5	223.3	343.3	292.7	415.5

Die erhaltenen Daten zeigen ein bedeutendes Mehrgewicht bei Versuchskaulquappen. Daraus folgt, dass ihr Wachstum sich unter dem Einfluss des untersuchten Teiles des Hypophysevorderlappens beschleunigt. Um nachzuweisen, dass die Gewichtsvergrösserung der Kaulquappen nicht auf Kosten der Wasseransammlung oder des gefüllten Darmkanals zu stellen ist, sondern auf das Wachstum der Organe, werden in Tab. 2 die Angaben über das Gewicht des Schwanzes gebracht.

Indem wir die Angaben über das Gesamtgewicht des Körpers und Schwanzes zusammenfassen, kommen wir zu dem Schluss, dass unter dem Einfluss der Substanz des Hypophysevorderlappens das Wachstum der Larven

Tabelle 2

Die Gewichtsveränderungen des Kaulquappenschwanzes (in mg) bei Implantation von «eosinophilen» Geweben des Hypophysevorderlappens

Tage ab Versuchsbeginn	I. Serie		II. Serie		III. Serie	
	Kontrolle	Versuch	Kontrolle	Versuch	Kontrolle	Versuch
0	40.5	40.5	—	—	—	—
5	62.9	59.9	98.0	98.0	—	—
10	63.5	81.3	111.5	121.0	—	—
15	106.0	117.4	110.0	182.0	145.0	145.0
20	99.0	173.0	110.0	166.0	140.0	157.0
25	68.0	185.0	16.5	90.0	57.8	134.0
30	2.7	63.3	0.0	9.3	5.2	70.4

bedeutend stimuliert wird und gleichzeitig eine starke Hemmung der Metamorphose beobachtet wird. Letzteres findet auch in dem Fall statt, wenn die Implantation an Kaulquappen ausgeführt wird, welche schon in die Phase der natürlichen Umwandlung getreten sind (III. Serie, siehe auch Abb. 1). Die Endgrössen der entwickelten Versuchsfrösche sind ebenfalls bedeutend grösser als die der Kontrollfrösche (Abb. 2).

Abb 1. Die Veränderung der Kaulquappen 10 Tagen nach der Implantation des Hypophysevorderlappens. Rechts—Kontrolle, links—Versuch.

Abb. 2. Der Einfluss der einmaligen Implantation des Hypophysevorderlappens während des Larvenstadiums auf die Grösse der jungen Frösche. Rechts—Kontrolle, links—Versuch.

Der Unterschied zwischen Versuch und Kontrolle besteht auch im Gewicht der Trockensubstanz (die ganze Kaulquappe, Schwanz und Extremitäten).

Ein analoges Resultat bezüglich der Wachstumstimulierung wurde auch an Tritonlarven und Axolotln erhalten (Abb. 3).

Bei günstigen äusseren Verhältnissen für die Entwicklung der Larven kann der Unterschied zwischen Versuch- und Kontrollkaulquappen noch klarer bemerkt werden. In einigen Serien wurden die Kontroll- wie auch Versuchskaulquappen sofort nach der Operation in einem Teich untergebracht und nachher in verschiedenen Zeiträumen wieder herausgefangen. Die Versuchskaulquappen konnten dabei von den Kontrolltieren leicht unterschieden werden, da das Implantat durch die Haut zu sehen war und sich ausserdem bei der Sektion zeigte. Da diese Versuche an einem sehr

zahlreichen Material ausgeführt wurden, gelang es uns die Entwicklung der Larven bis zur vollen Beendigung der Metamorphose zu beobachten.

Einige Beispiele aus einer Serie: das Mittelgewicht der Versuchskaulquappen war 1160 mg, das der Kontrolltiere 400 mg; die Länge der Versuchskaulquappe 52 mm, die der Kontrolle 39 mm (Abb. 4). Die Metamorphose der Versuchskaulquappen,

Abb. 3. Axolotln, einen Monat nach der einmaligen Implantation des Hypophysevorderlappens. Rechts—Kontrolle, links—Versuch.

Abb. 4. Kaulquappen, die sich nach der einmaligen Implantation des Hypophysevorderlappens unter natürlichen Bedingungen im Teich entwickelten. Rechts—Kontrolle, links—Versuch.

welche sich unter natürlichen Verhältnissen entwickelten, war stark gehemmt.

Folglich hat die Substanz der «Eosinophilzone», welche die Hauptmasse des Hypophysevorderlappens darstellt, wohl stimulierenden Einfluss auf das Wachstum, aber nicht auf die für die Metamorphose charakteristischen Prozesse der Differenzierung und Resorption. In dieser Hinsicht stimmen unsere Resultate mit den Angaben von Smiths überein, welcher auf hypophisektomierte Kaulquappen mit Extrakten aus der Peripheriezone des Hypophysevorderlappens einwirkte und ebenfalls Wachstumsstimulierung feststellte.

Tabelle 3

Die Entwicklung der Kaulquappen bei Implantation von Substanzen des Hypophysevorderlappens mit verschiedener histologischer Struktur

Tage ab Versuchsbeginn	Serien	Gewicht in mg			Länge in mm		
		Ganze Kaulquappe	Schwanz	Extremitäten	Ganze Kaulquappe	Schwanz	Darmkanal
0	Ausgangsmaterial . .	259.3	71.3	2.4	31.4	19.3	94.7
5	Kontrolle	317.0	66.0	4.2	31.4	21.1	99.5
	Eosinophilzone . . .	318.0	86.5	6.3	35.7	23.3	117.3
	Basophilzone	225.3	36.7	7.1	21.9	15.0	26.3
10	Kontrolle	420.0	83.0	9.5	34.1	22.9	111.4
	Eosinophilzone . . .	547.0	99.5	9.5	36.8	24.2	121.1
	Basophilzone	148.3	16.8	6.6	19.8	10.2	25.7

Wenn wir aber auf ganz analoge Weise die «Basophilzone» erforschen, erhalten wir ganz entgegengesetzte Resultate. In Tab. 3 werden die Angaben von einem dieser Versuche angeführt, wobei den einen Kaulquappen Substanz aus der «basophilen Zone» und den anderen aus dem «eosinophilen» Teil des Vorderlappens implantiert wurde. In dieser Tabelle wird eine volle Charakteristik der auftretenden Veränderungen angeführt, sowohl für die Gewichts- als auch Längenindikatoren.

Die Angaben der Tab. 3 (siehe auch Abb. 5) zeigen folgendes: während die Implantation der Substanz aus der «eosinophilen Zone», wie auch in den ersten Versuchen, klare Stimulierung des Wachstums und Hemmung der Metamorphose zur Folge hat, führt die Implantierung der Substanz aus der «basophilen Zone» zur Beschleunigung der Metamorphose; das Körpergewicht vermindert sich, der Schwanz wird schnell resorbiert, der Darmkanal verkürzt sich im Verlauf von 5 Tagen bis zur minimalen Grösse. Mit anderen Worten, wir beobachten ein Bild der beschleunigten Metamorphose, analog der Wirkung der Schilddrüsenpräparate bei verhältnismässig grosser Dosierung.

Abb. 5. Die Entwicklung der Kaulquappen bei Implantation von Teilen des Hypophysevorderlappens mit verschiedener histologischer Struktur: obere Reihe—Kontrolle, mittlere—«eosinophile Zone», untere—«basophile Zone». Aufnahme 5 Tage nach der Implantation.

Wir sehen also, dass in der sogenannten «basophilen Zone» des Hypophysevorderlappens Substanzen lokalisiert sind, welche die Metamorphose beschleunigen. Aller Wahrscheinlichkeit nach ist dies nichts anderes als das Thyreotrophormon, welches durch die Schilddrüse der Larven wirkt. Ob diese Substanz mit den Zellelementen (Basophilen) selbst im Zusammenhange steht oder sich im Blut der Gefässe befindet, mit welchen dieser Teil der Drüse reich versehen ist, ist bis jetzt schwer zu sagen. Die Lösung dieser Frage ist nicht die Aufgabe der gegebenen Arbeit, deren hauptsächliche Bedeutung darin bestand, den Unterschied in der morphogenetischen Aktivität der einzelnen Teile des Hypophysevorderlappens nachzuweisen, welche sich durch histologische Struktur unterscheiden.

Die erhaltenen Angaben zeigen noch weiter die Möglichkeit von Schwankungen des morphogenetischen Effekts bei gleichzeitiger Implantation der Gewebe verschiedener Zonen des Hypophysevorderlappens in Abhängigkeit von den Beziehungen der beiden Komponenten zueinander.

Laboratorium fur Entwicklungsmechanik. .
Akademie der Wissenschaften der UdSSR,
Moskau

Eingegangen
d. 15. 1. 1937.

Comptes Rendus (Doklady) de l'Académie des Sciences de l'URSS
1937. Volume XIV, № 6

EXPERIMENTELLE ZOOLOGIE

DER HYPOPHYSEVORDERLAPPEN UND DIE WACHSTUMS- UND DIFFERENZIERUNGSERSCHEINUNGEN BEI AMPHIBIEN. II

Von A. A. VOITKEVIČ

(Vorgelegt von A. A. Richter, Mitglied der Akademie, d. 15. I. 1937)

In der vorhergehenden Mitteilung wurde gezeigt, dass die verschiedenen Teile der Hypophyse bei der Implantation in Amphibienlarven verschiedene Eigenschaften äussern. Bei der Transplantation von Stückchen der «Eosinophilzone» wird das Wachstum der Kaulquappen beschleunigt; die Ausmasse derselben werden grösser, aber die Prozesse der Differenzierung und Resorption werden gehemmt. Die Substanzen der «Basophilzone» rufen beschleunigte Metamorphose der Kaulquappen hervor, analog den Wirkungen der Schilddrüse. Die histologische Untersuchung hat gezeigt, dass in der sogenannten «Eosinophilzone» die azidophilen Elemente stark vorherrschen, während in einem bedeutenden Teil der «basophilen Zone» (welche zur Gesamtmasse der Hypophysevorderlappen einen geringen Umfang einnimmt) dieselben vollständig fehlen.

In den weiteren Versuchen mit Implantation der einzelnen Teile der Hypophysevorderlappen, welche sich der histologischen Struktur nach unterscheiden, wurden Larven der Schwanzamphibien—Axolotl (*Amblystoma mexicanum*)* benutzt. Dies Objekt hat den Vorzug vor den Kaulquappen, dass bei den letzteren, im Zusammenhang mit der auftretenden Metamorphose, die Möglichkeiten für die Wachstumsstimulierung begrenzt sind.

Sowie auch in den vorhergehenden Versuchen, wurden zuerst die Wirkungen der Substanz der «Eosinophilen Zone» untersucht, um sich von dem Vorhandensein oder Fehlen der Wachstumsstimulierung zu überzeugen.

In den Versuchen wurden junge Axolotl—Alter 5 Monate—verwendet. Es wurden zwei Parallelserien aus Axolotln von gleicher Grösse und gleichem Gewicht zusammengestellt. Den Versuchsaxolotln wurden Stückchen der «Eosinophilen Zone» (Hypophysevorderlappen eines Stieres) an folgenden Tagen implantiert: zu Anfang des Versuches, am 5., 25. und 55. Tag. Die gesamte Dauer der Beobachtungen währte 70 Tage**. Das Wachstum wurde durch periodische Gewichtsfeststellungen (alle 5 Tage) des ganzen Tieres und Messungen der Schwanzbreite eingeschätzt. Die Verringerungen der letzteren können zusammen mit anderen Merkmalen als Kriterium für den Verlauf der Metamorphose dienen.

* Die Axolotl dieser Art metamorphisieren unter gewöhnlichen Verhältnissen nicht.

** Der Prozentsatz an Verlusten bei den Versuchstieren, als Folge der Operation, ist, besonders bei wiederholter Implantation, bedeutend höher als in den Versuchen mit Kaulquappen.

Tabelle 1

Das Wachstum der Axolotl unter dem Einfluss der Substanz der «Eosinophilen Zone»

Tage ab Versuchsbeginn	I. Serie				II. Serie			
	Gewicht in g		Schwanzbreite mm		Gewicht in g		Schwanzbreite mm	
	Kontrolle	Versuch	Kontrolle	Versuch	Kontrolle	Versuch	Kontrolle	Versuch
0	11.4	11.2	20.0	18.0	10.9	11.6	22.0	23.0
5	12.5	14.3	20.5	20.0	11.5	13.7	22.0	24.0
10	13.3	16.7	23.0	22.0	13.1	16.6	22.5	26.0
15	14.5	19.9	22.5	23.5	14.7	17.8	23.0	27.0
20	15.7	20.1	23.5	24.0	15.3	22.8	24.0	29.0
25	17.1	21.8	23.5	25.0	16.4	26.1	24.5	30.0
30	19.1	24.0	24.5	24.5	17.4	28.9	25.0	30.0
35	19.5	25.4	24.5	25.0	18.6	31.0	25.5	30.5
40	21.1	26.9	25.5	26.0	19.9	34.8	26.0	32.0
45	22.1	28.3	26.0	26.5	21.4	40.4	27.0	32.5
50	24.1	30.7	27.0	27.0	22.0	43.6	27.5	33.0
55	25.7	35.8	27.5	28.0	22.4	48.0	27.5	35.0
60	27.1	40.7	27.5	30.0	24.6	55.0	28.5	35.5
65	27.5	47.7	28.0	31.0	26.3	61.7	29.0	37.0
70	29.6	54.3	27.5	33.0	25.5	73.9	29.0	40.0

Die angeführten Angaben zeigen eine deutliche Wachstumsstimulierung der Versuchslarven. Während sich das Gewicht der Kontrollaxolotl im Ver-

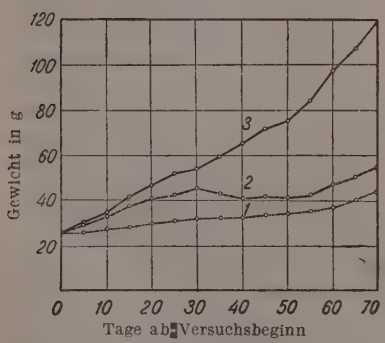


Abb. 1. Die Veränderungen des Gesamtgewichtes der Axolotl bei Implantation von Teilen des Hypophysevorderlappens mit verschiedener histologischer Struktur. *1*—Kontrolle, *2*—«Basophile Zone», *3*—«Eosinophile Zone».

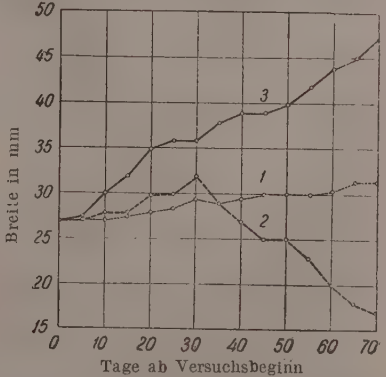


Abb. 2. Die Veränderungen der Schwanzbreite der Axolotl bei Implantation von Teilen des Hypophysevorderlappens mit verschiedener Struktur. *1*—Kontrolle, *2*—«Basophile Zone», *3*—«Eosinophile Zone».

gleich zur Anfangsgrösse um das zweieinhalbfache erhöhte (von 11.4 bis 29.6 g und von 10.9 g bis 25.5 g), ist das Gewicht der Versuchstiere in derselben Zeit um das fünffache (I. Serie von 11.2 bis 54.3 g) respektive um mehr als das sechsfache (II. Serie von 11.6 bis 73.9 g) angestiegen. Charakteristisch ist, dass die beobachtete Wachstumsbeschleunigung der Versuchsaxolotl sich bis zum Schluss des Versuches nicht vermindert. Wie die Zahlen, welche sich auf die Schwanzbreite beziehen, zeigen, hatten wir nicht in einem einzigen Fall Anzeichen von Metamorphose.

In den folgenden Versuchen wurden parallel (an Axolotln im Alter von 6 Monaten) die Gewebe der «Eosinophilen» und «Basophilen» Zonen untersucht. Die Bedingungen und die Dauer des Versuches waren dieselben wie im vorhergehenden Fall. Die Resultate sind in Tab. 2 dargestellt.

Tabelle 2

Wachstum und Metamorphose der Axolotl unter dem Einfluss verschiedener «Zonen» des Hypophysevorderlappens

Tage ab Versuchsbeginn	Gewicht in g			Schwanzbreite in mm		
	Kontrolle	«Basophile Zone»	«Eosinophile Zone»	Kontrolle	«Basophile Zone»	«Eosinophile Zone»
0	25.9	26.7	25.9	27.0	27.0	27.0
5	26.0	29.5	30.7	27.0	27.0	27.5
10	27.1	33.3	35.4	27.0	28.0	30.0
15	28.1	38.1	42.9	27.5	28.0	32.0
20	29.8	41.6	47.1	28,0	30.0	35.0
25	30.9	42.7	52.3	28.5	30.0	36.0
30	32.1	45.7	54.4	29.5	32.0	36.0
35	32.2	43.4	60.4	29.0	29.0	38.0
40	32.8	42.4	65.6	29.5	27.0	39.0
45	33.8	41.9	72.3	30.0	25.0	39.0
50	34.2	41.5	75.2	30.0	25.0	40.0
55	35.4	42.5	85.7	30.0	23.0	42.0
60	36.4	48.0	97.5	30.5	20.0	44.0
65	40.5	50.6	107.8	31.5	18.0	45.0
70	43.0	54.8	118.5	31.5	17.0	47.0

Der «eosinophile» Teil des Hypophysevorderlappens ruft, wie im vorhergehenden Versuch, bedeutende Beschleunigung des Gesamtwachstums hervor. Die Axolotl behalten aber dabei das typische Larvenaussehen, sowohl in bezug auf die Schwanzflosse und Kiemen (welche viel stärker entwickelt sind als bei der Kontrolle) als auch die Färbung (die auch etwas dunkler ist als bei der Kontrolle). Die Transplantation von Stückchen aus der «basophilen Zone» in die Axolotl führt zuerst auch zu einer gewissen Wachstumsstimulierung. Diese Erscheinung steht möglicherweise mit dem Vorhandensein einiger eosinophiler Elemente im Zusammenhang, welche beim Präparieren vollständig entfernt wurden. Diese Erklärung ist jedoch nicht die einzig mögliche. Im weiteren (nach 30 Tagen) wird die Wachstumsstimulierung durch deutliche Symptome von Metamorphose ersetzt: das Gesamtgewicht sinkt, die Flossen werden resorbiert, die Kiemen reduziert und die Häutung beginnt. Die Kurven auf Abb 1. und 2. geben eine graphische Darstellung der Veränderungen in der Entwicklung der Axolotl, welche der Wirkung verschiedener Teile des Hypophysevorderlappens ausgesetzt waren.

Die Frage, ob die Substanz der «Basophilen Zone» ihren Einfluss auf die Metamorphose durch die Schilddrüse realisiert, wird mit diesen Versuchen nicht aufgeklärt, da der Zustand des Thyreoideaapparates nicht untersucht wurde. Jedoch auf Grund der Angaben der anderen Autoren ist eine solche Annahme am wahrscheinlichsten. Somit sehen wir, dass die Resultate der Versuche an Axolotln vollständig die Schlussfolgerungen bestätigen, welche auf Grund analoger Experimente an Kaulquappen erhalten worden sind: die einzelnen Teile des Hypophysevorderlappens mit verschiedener histologischer Struktur zeichnen sich durch verschiedene morphogenetische Wirkung aus. Die Elemente der «Eosinophilen Zone» stimulieren das Gesamtwachstum, während die «Basophile Zone» (wahrscheinlich im Zusammenhang mit der thyreotropen Wirkung) die Metamorphose hervorruft und sie beschleunigt.

Laboratorium für Entwicklungsmechanik.
Akademie der Wissenschaften der UdSSR.

Eingegangen
d. 15. I. 1937.

Comptes Rendus (Doklady) de l'Académie des Sciences de l'URSS
1937. Volume XIV, № 6

EXPERIMENTELLE ZOOLOGIE

DIE MORPHOGENETISCHE ROLLE DER SCHILDDRÜSE IM FEDERBILDUNGSPROZESS

Von G. STREICH und E. SVETOZAROV

(Vorgelegt von A. A. Richter, Mitglied der Akademie, d. 16. I. 1937)

Nach der Entdeckung der Tatsache, dass bei der Einführung von Schilddrüsensubstanz in den Organismus der Taube [Carlson u. Mitarb(3)] oder Huhn [Zawadowsky (32–36) und Giacomini (6)] fast voller Wechsel des Federkleides auftritt, welcher intensiver verläuft als bei der natürlichen Mauser, wurde eine Reihe von Untersuchungen ausgeführt, welche den Einfluss des Überschusses von Thyreoideahormon auf andere morphogenetische Prozesse beim Federbildungsprozess (Struktur und Färbung) aufklärten. Wenn wir auf Grund dieser Experimente noch nicht zu einem abschliessenden Urteil über die morphogenetische Bedeutung der Sekretion der eigenen Schilddrüse im Organismus des Vogels kommen, so sind sie doch wertvoll vor allem in methodischer Hinsicht und auch deswegen, weil sie Anlass zu weiteren Untersuchungen in dieser Richtung gaben.

In unserer Untersuchung, welche an Enten ausgeführt wurde, haben wir zwei Fragen beantwortet: 1) der Einfluss der Hyperthyreoidisierung auf den Prozess des Gefiederwechsels und 2) den Einfluss des Thyreoideahormons auf die Färbung der sich entwickelnden Federn. Nachdem der Mausereffekt bei Hyperthyreoidisierung an Tauben und Hühnern festgestellt wurde, wurde diese Methode auch bei anderen Vogelarten angewandt, zwecks Hervorrufung eines Wechsels des Gefieders. Dabei wurde aufgeklärt, dass die Reaktion der verschiedenen Arten auf die Thyreoideaeinwirkung ganz verschieden ist. Eine spezielle vergleichende Untersuchung der Thyreoidisierungsresultate in Abhängigkeit von der systematischen Stellung der Versuchsvögel liegt bis jetzt noch nicht vor. Die Vergleichung der Angaben der verschiedenen Forscher ist äusserst schwierig, da die Qualität der angewandten Präparate in den einzelnen Versuchen verschieden (synthetisches Tyroxin, gereinigte Substanz und einfach getrocknete Drüse) und auch die Quantität des eingeführten Hormons nicht gleich war. Dieser Umstand erklärt auch zum Teil die Verschiedenheit der Resultate. Dennoch können wir jetzt schon feststellen, dass beim Federwechselprozess Artunterschiede bestehen, welche wahrscheinlich mit dem Federbildungsprozess selbst oder der Physiologie der Nahrungsverdauung im Zusammenhang stehen. Hardesty (8,9) konnte feststellen, dass die Perlhühner auf das eingeführte Thyreoideahormon stärker reagieren als Hühner (ungefähr bis zu dreimal). Zawadowsky (32–36) und Streich und

Swetosarow ([28], [29], [30]) haben gefunden, dass die relative Menge des Thyreoikrins, die nötig ist um experimentelle Mauser bei Gänsen hervorzurufen, einundeinhalbmal grösser sein muss als bei Hühnern. Anderseits, haben Zawadowsky und Rochlina ([34]) und Janda ([14]) gezeigt, dass die Vertreter der Familie *Caridae* entweder äusserst schwach oder auch gar nicht auf die Einwirkung der Schilddrüse reagieren. Bralis([1]) konnte diese Erscheinung bei *Butco butco* und *Bataurus stellaris* konstatieren. Bis zur letzten Zeit wurden die Enten auch zu den Vögeln gerechnet, bei welchen es nicht gelingt eine experimentelle Mauser hervorzurufen, da Prawochenski u. Slyzinski ([23]), Milowanow ([22]) und Tallent([31]) keine Beschleunigung des Federwechsels bei Thyreoidisierung beobachten konnten. Die genannten Autoren erklären die Abwesenheit des Mausereffekts durch die Hypertrophie der Parathyreoideadrüse, deren Extrakt bei gleichzeitiger Einführung mit Thyreoidin in anderen Versuchen die Einwirkung auf die Mauser bei Hühnern neutralisierte. Jaap ([13]) erhielt in seinen Versuchen einen anderen charakteristischen Effekt, die Veränderung der Färbung—Melanisierung—und Veränderung der Federzeichnung. Dies beweist, dass bei Verhältnissen des Überschusses von Thyreoideahormon der normale Verlauf des Federbildungsprozesses sich auch bei Enten verändert, welche in dieser Beziehung sich prinzipiell nicht von den Hühnervögeln unterscheiden. Das negative Resultat in bezug auf die Mauser kann durch zwei Momente erklärt werden: entweder war die verwendete Hormonmenge zu klein und erreichte nicht die Reizschwelle der federbildenden Gewebe oder es wurden die Versuche zu einer Zeit ausgeführt, wo sich die Vögel (Enten) im Stadium der natürlichen Mauser befanden, oder unmittelbar nach ihr. Wie die Versuche an Hühnern und Tauben zeigten, reagieren die Vögel in solchen Fällen nicht mit einer Mauser auf die Hyperthyreoidisierung. Bei der Durchsicht der Angaben von Milowanow ([22]) kann man sehen, dass in diesem Fall gerade dieser Umstand die Resultate bestimmte. Die Experimente wurden in der Zeit vom 25. VI. bis 1. IX. ausgeführt, einer Periode, wo sich die Enten im Zustand intensiver Mauser befinen. Wir (Streich u. Swetosarow, l. c.) haben schon gezeigt, dass die Hausenten wie auch die Wildenten beider Geschlechter zweimal im Jahr mausern. Die erste Mauser verläuft in der Zeit von Mitte Juni bis Mitte August, die zweite Mauser 10 Tage nach Beendigung der ersten und währt zwei Monate. Die Thyreoidisierung in diesem Moment kann nur den Verlauf des normalen Mauserprozesses beschleunigen oder zu einer intensiveren Entwicklung der neuen Federgeneration führen.

Als Material dienten uns in diesem Versuch erwachsene Erpel der Rouenrasse. Im Ganzen experimentierten wir mit 16 Erpeln, bei welchen bis zur Zeit der Fütterung mit Schilddrüse die natürliche Mauser beobachtet wurde und zwar 9 Monate hindurch. Für die Einwirkung wurde Thyreoikrin der Moskauer Fabrik für endokrine Präparate (Tabletten 0.5 g) gebraucht. Das Präparat wurde vorher an Hühnern geprüft, wo es normale Aktivität zeigte. Den Versuchserpeln wurde eine einmalige Dosis von 35 g pro Kopf gegeben. Die Einschätzung des Gefiederwechsels wurde auf Grund der Zahl der gewechselten Steuerfedern ausgeführt, welche, wie wir schon früher gezeigt haben, den Mauserprozess des ganzen Gefieders charakterisieren. Die Mauser der Flügelfedern, welche bedeutend schneller ausfallen, wurde einzeln beobachtet.

Die erste Serie der Experimente (4 Versuchs- und 4 Kontrollerpel) wurde am 30. VIII. ausgeführt (Abb. 1). Die Beobachtung der Mauser wurde alle 10 Tage durchgeführt.

Nach der Gabe von Thyreoikrin mauserten die Versuchsvögel bedeutend schneller. Die Schwungfedern beider Gruppen wechseln, wie gewöhnlich,

zum zweiten Male nicht (im Gegensatz zum anderen Gefieder wechseln die Flügelfedern nur einmal im Jahr zwischen der ersten und zweiten Mauser des Kleingefieders. Zur Zeit der Thyreoikringabe waren sie noch nicht vollständig entwickelt). Auf Grund der Ergebnisse dieser Serie kann man den Schluss ziehen, dass bei Einführung von Schilddrüsenhormon in den Organismus der Enten die Intensität der natürlichen Mauser verstärkt wird.

Die zweite Serie wurde am 10. X. nach Beendigung beider Zyklen des Gefiederwechsels ausgeführt. Ende September hatten alle Vögel beide nor-

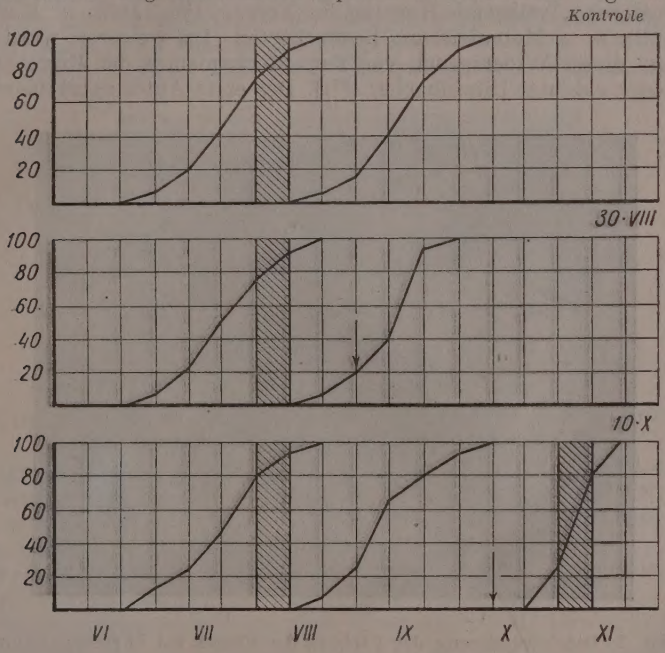


Abb. 1. Die Mauser der normalen und thyreoidisierten Enten.

male Mauserzyklen beendet und hatten vollständig entwickeltes Gefieder. Bei den Versuchserpeln eine dritte Mauser hervorgerufen war, welche durch die Einführung von Thyreoikrin bestimmt wurde. Die experimentelle Mauser verlief bedeutend intensiver als der normale Prozess. Besonders wichtig ist, dass es auch gelang den Wechsel der Flügelfedern hervorzurufen, also den vollen Prozess des Federwechsels. (Siehe Abb. 1, wo der Wechsel der Schwungfedern in Form von schraffierten Stäbchen dargestellt ist.) Es ist charateristisch, dass, sowie auch bei den Gänsen, die erforderliche Präparatmenge (bei Einschätzung des Gewichtsunterschiedes der Versuchsvögel) ein und einhalbmal die entsprechende Dosierung für Hühner übersteigt. Da die Enten bereits die zweiten Vertreter der Ordnung *Anseres* sind, an denen der morphogenetische Effekt des Schilddrüsenhormons gezeigt wurde, besteht Grund zur Annahme dass eine solche Reaktion auch den anderen Arten dieser Vogelgruppe eigen ist.

Wir wollen hier nicht die Frage behandeln über die Rolle der eigenen Schilddrüse der Vögel beim Auftreten des natürlichen Mauserzyklus [siehe hierüber Gasca (5), Larionov (19) Küchler (17)]. Der Beginn dieses Prozesses

wird durch den depressiven Zustand der Geschlechtsdrüsen bestimmt [siehe Streich u. Swetosarow([28–30])], aber das Vorhandensein der Schilddrüse ist notwendig für die Realisierung dieses Prozesses. Bis jetzt liegen noch nicht genügend Angaben vor für die endgültige Lösung dieser Frage.

Die zweite von uns untersuchte Frage bezieht sich auf den Einfluss der Schilddrüse auf die Färbung und Form der Feder.

Der Einfluss der Thyreoidisierung auf die Farbe der sich entwickelnden Federn von Hühnern wurde einigemal behandelt. Zawadowsky beobachtete Depigmentierung, während Horning u. Torrey ([10]), Juhn u. Barnes ([15]), Schwarz ([26]), u. a. Melanisierung beobachteten. Im weiteren wurde festgestellt, dass dieser Widerspruch von dem Mechanismus der Pigmentbildung in der Feder abhängt [Steinbacher ([27])]. Der erste Autor experimentierte in

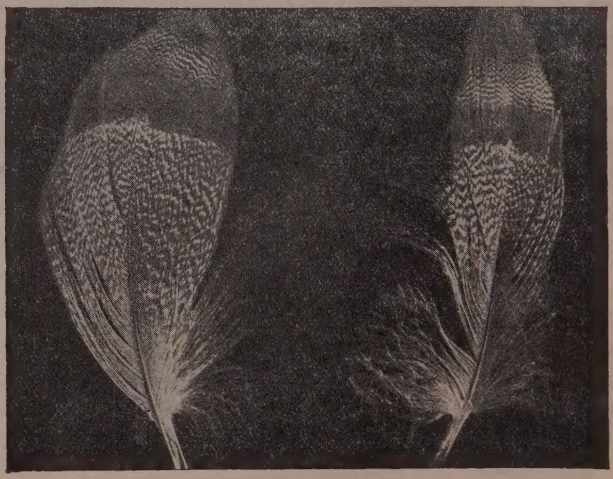


Abb. 2. Die Veränderung der Färbung der Federn bei Thyreoidisierung.

den meisten Fällen mit schwarzen Hühnerrassen und nach der Thyreoidisierung wurde das Weisswerden der Federn beobachtet, was eine Folge des Pigmentschwundes war. Die anderen Autoren benützten in ihren Versuchen Braune Leghorn, deren Federn ausser schwarzem auch rotes Pigment enthalten. Letzteres geht bei der Thyreoidisierung in schwarzes Pigment über, im Zusammenhang damit entsteht die Melanisierung; eine wiederholte Einwirkung hat auch bei diesem Vogel das Verschwinden des Pigments zur Folge, d. h. Depigmentierung.

Bei Enten hat Jaap ([12]) Melanisierung der Federn nach Schilddrüsenfütterung beobachtet. Die gleichzeitige Gabe von männlichem Geschlechtshormon und Schilddrüse verstärkte diesen Effekt. Deswegen haben wir in unserem Versuch normale und kastrierte Erpel eingeschlossen. Einige Tage vor der Einwirkung wurde bei den Versuchsvögeln eine Anzahl Federn an der Brust ausgerupft, welche eine hellgraue Farbe mit kleinen dunkelgrauen Querstreifen hatten. (Diesen Gefiedertyp haben auch kastrierte Erpel).

Nach der Einwirkung mit Schilddrüse gehen bei den kastrierten Erpeln klar bemerbare Veränderungen in der Färbung der regenerierenden Federn vor sich. Die Periode der Einwirkung der Schilddrüse ist an den wachsenden

Federn an dem Teil leicht wahrzunehmen, wo sich die Querstreifen der Federfahne befinden (Abb. 2). In diesem Gebiet der Federfahne wird die Zeichnung zerstört, die Querstreifen verschwinden und das allgemeine Bild wird dunkelgrau. Auf solche Weise bekommen wir einen Fall der Melanisierung, die der Färbung der Querstreifen der normalen Feder entspricht (die Zeichnung ist «verwaschen»). Lillie u. Juhn ([20]) und Jaap ([12]) beobachteten bei Hyperthyreoidisierung Wachstumsbeschleunigung der Federn bei Hühnern und Enten, was dazu führte, dass die Struktur gestört wurde und der Rythmus der Pigmentablage sich veränderte, womit auch Färbung und Zeichnung der Feder sich veränderte. Wir sind der Meinung, dass in unseren Versuchen kein Entstehen und Verschwinden von Pigmenten vor sich ging, sondern nur

A *B*

Abb. 3. Der Unterschied in der Reaktion der normalen (*A*) und kastrierten (*B*) Erpel bei Thyreoidisierung.

eine Störung der Pigmentation als Resultat der Wachstumsbeschleunigung der Federn. Eine entgegengesetzte Meinung hat Zawadowsky ([32–36]) geäussert, indem er annimmt, dass das Schilddrüsenhormon unmittelbar die Pigmentbildung beeinflusst. Direkte Beweise für diese Annahme hat er jedoch nicht angeführt. Wir halten auch die Meinung von Landauer ([18]) nicht für überzeugend, welcher Veränderungen in der Federpigmentierung als Resultat von Temperaturveränderungen erhielt, die nach seiner Ansicht die Funktion der Schilddrüse steigern.

Ganz andere Resultate gab der Versuch bei Thyreoidisierung normaler Erpel. Es entstand, nach Färbung und Zeichnung, ein ganz neuer Federtypus, welcher der Feder des normalen Entenweibchens sehr ähnlich war, allerdings war die Intensität der Färbung etwas schwächer. Auf Abb. 3 sind die in dieser Serie erhaltenen Federn dargestellt. Die zwei linken Federn stammen von normalen Erpeln und die zwei rechten von kastrierten Erpeln. Crew([4]) beobachtete bei Thyreoidektomie hennengefiederter Schwarz ([26]), Greenwood a. Blyth([7]) normaler Hühner (Weibchen) die Entwicklung von Hahnentyp-Federn. Anderseits haben M. Zawadowsky u. Belkin([35]) an Fasanenmännchen und andere Forscher an Hähnen nach der Schilddrüsenfütterung die Entwicklung von Federn weiblichen Typus beobachtet. In der letzten Zeit erhielt Miller ([21]) analoge Resultate wie wir bei der Thyreoidisierung normaler und kastrierter Sperlinge.

Wir wollen hier diese Erscheinung nicht ausführlich behandeln, da dies schon Križenecky ([16]) in seiner zusammenfassenden Arbeit getan hat. Crew ([4]), Greenwood u. Blyth ([7]) vertreten die Meinung, dass die Differenzierung des Gefieders bei Weibchen durch die Hyperfunktion der Schilddrüse bestimmt wird. Die Einführung von Hormon in Männchen, wo die Schilddrüse normalerweise sich im Zustand der Hyperfunktion befindet, führt

zur Entwicklung von Federn weiblichen Typus. Schwarz ([26]) jedoch und Zawadowsky ([32–36]) sind bei der Beurteilung dieser Frage mit einer solchen Erklärung nicht einverstanden. Nach unserer Meinung bekommen wir als Resultat der Thyreoidisierung eine Aktivierung der Geschlechtsdrüsen, welche auch den weiblichen Federtypus beim thyreoidisierten Männchen bestimmt, wie dies bei der Bildung des Sommerkleides beim Erpel vor sich geht (Streich u. Swetosarow). Für diese Voraussetzung sprechen auch die Angaben von Jaap ([12]), welcher bedeutende Vergrösserung der Geschlechtsdrüsen beobachtete und Stimulierung der Spermatogenese beim hyperthyreoidisierten Erpel (2—10 mal gegen die Kontrolle). Benoit u. Aron ([2]) vertreten auch den Standpunkt, dass man mit Schilddrüsenhormon die Tätigkeit der Geschlechtsdrüsen stimulieren kann.

Laboratorium für Entwicklungsmechanik.
Akademie der Wissenschaften der UdSSR.
Moskau.

Eingegangen
d. 16. I. 1937

ZITIERTE LITERATUR

[1] A. Bralis, Acta Zool. (Stockh), **11** (1930). [2] J. Benoit et M. Aron, C. R. Soc. Biol. Paris, **116** (1934). [3] A. Carlson, J. Rooks a J. McKie, Amer. Journ. Physiol., **30** (1912). [4] T. A. E. Crew, Arch. f. Geflügelkde, **1** (1927). [5] L. Gasca, Arch. Ital. Anat., **30** (1932). [6] E. Giacomini, Nota 1, 2, 3, 4, Rendiconti Acc. Sci. Bologna (1923, 1924) [7] A. W. Greenwood a. J. S. S. Blyth, Proc. Roy. Soc. Edinburgh, **49** (1929). [8] M. Hardesty, Proc. Soc. exp. Biol. Med., **32** (1935). [9] M. Hardesty, Journ. Exp. Zool, **71** (1935). [10] B. Horning a. H. K. Torrey, Biol.. Bull. **53** (1927). [11] A. Hosker, Journ. of exp. Biol., **13** (1936). [12] R. G. Jaap, Abstr. in Poultry Sci., **12** (1933). [13] R. G. Jaap, Proc. Soc. exp. Biol. Med., **31** (1934). [14] V. Janda, Biol. listy, **14** (1929). [15] M. Juhn a. B. O. Barnes, Amer. Journ. Physiol., **98** (1931). [16] J. Križenecky, Mangold's Handbuch, **IV** (1933). [17] W. Küchler, Journ. Ornithol., 83 (1935). [18] W. Landauer, Endokrin., 12 (1933), [19] В. Ф. Ларионов, Тр. Ин-та птицепром., **2** (1934). [20] F. R. Lillie a. M. Juhn, Physiol. Zool., **5** (1932) [21] O. Miller, Journ. exp. Zool, **71** (1935). [22] Ф. Н. Милованов, Проблемы зоотехн. и экспер. эндокринол., **1** (1934). [23] T. Prawochenski a. B. Slizynski, Nature, **133** (1934). [24] Prawochenski u. B. Slizynski, Trav. Lab. Zootech. Univ. Krakow (1934). [25] E. Swetosarow u. G. Streich, C. R. Acad. Sci. URSS, IV, 3 (1936). [26] E. Schwarz Roux' Arch., **125** (1930). [27] G. Steinbacher, Ornith. Monatsberichte, **39** (1931). [28] Штрайх и Е. Светозаров, Тр. Ин-та птицепром., **2** (1935). [29] Т. Штрайх и Е. Светозаров, Тр. Ин-та птицепром. **2** (1935). [30] G. Streich u. E. Swetosarow, C. R. Acad. Sci. URSS, IV, 3 (1936). [31] V. Tallent, Nature, **128** (1931). [32] Б. М. Завадовский, Записки Ком. ун-та им. Свердлова, **1** (1923). [33] B. M. Zawadowsky, Roux' Arch., **107** (1926). [34] B. M. Zawadowsky u. M. Rochlina, Roux' Archiv, **109** (1927). [35] М. М. Завадовский и Р. И. Белкин, Тр. Лабор. Моск. зоопарка, **5** (1929). [36] Б. М. Завадовский и др., Проблемы зоотехн. и экспер. эндокринолог., **1** (1934).